

# EXKURSION 1966

LEHRSTUHL für WASSERWIRTSCHAFT  
WASSERBAU und  
KULTURTECHNIK

TECHNISCHE HOCHSCHULE BRAUNSCHWEIG

# N O R W E G E N

**Bericht über eine Studienreise  
nach Norwegen  
vom 7. 8. bis zum 22. 8. 1966**

**durchgeführt**

**vom Lehrstuhl für  
Wasserwirtschaft, Wasserbau und Kulturtechnik  
der Technischen Hochschule Braunschweig**

**Leitung und Organisation:**

**o. Prof. Dr.-Ing. F. Zimmermann**

**Dr.-Ing. U. Maniak**

**Dipl.-Ing. W. Mertens**

**Dipl.-Ing. H. Vahl**





- 2 -

7. 8. 1966

Der erste Tag der Institutsexkursion stand im Zeichen der Anreise nach Norwegen.

Die 12 Teilnehmer an der Exkursion wurden auf drei Personenkraftwagen aufgeteilt. Der Aufbruch erfolgte, gestaffelt nach einer zu erwartenden Reisezeit für das jeweilige Fahrzeug, am frühen Sonntagmorgen in Braunschweig. Dank des geringen Verkehrs, vor allem auf der Seebäderstraße zwischen Hamburg und der Ostsee, traf man sehr früh in Kiel ein, so daß wir mit Muße den sonntäglichen Betrieb im Kieler Hafen und die Stauarbeiten an unserem Fährschiff, dem "Kronprinz Harald", beobachten konnten.





- 3 -

Der "Kronprinz Harald" legte pünktlich ab und brachte uns sicher bei strahlendem Sonnenschein und ruhiger See nach Oslo. Einige Erlebnisse an Bord des Schiffes, etwas am Rande der Exkursion, sind verbunden mit den Begriffen: Remouladensauce und Supermini-rock.

D. Viehweger

8. 8. 1966

Am Morgen, sofort nach unserer Ankunft in Oslo, wurden wir von den Herren Scheen, Steen und Hundeval empfangen und anhand einer Hafenrundfahrt mit den Besonderheiten des Osloer Hafens bekannt gemacht.

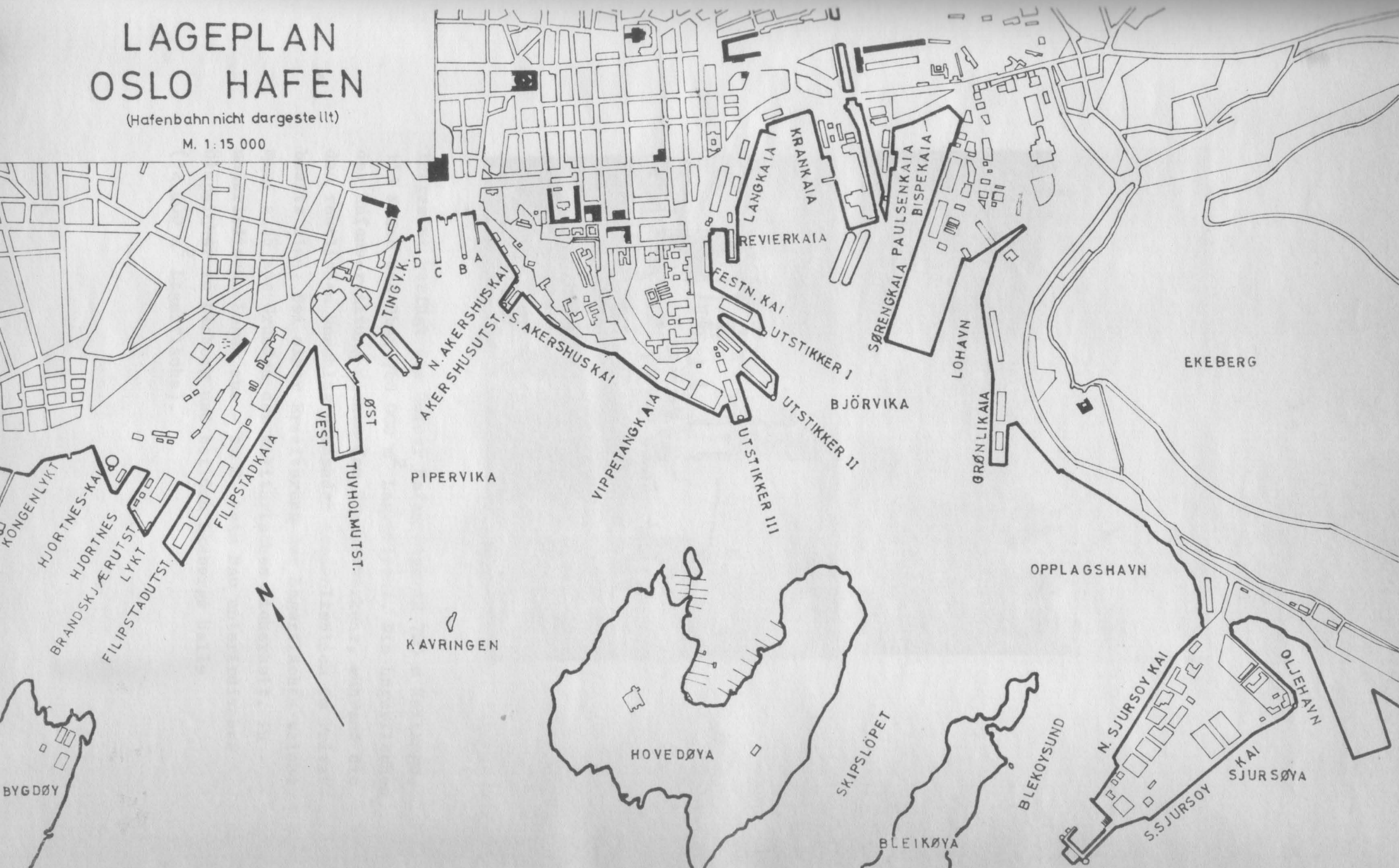
Norwegen ist ein Land mit einem wesentlich größeren, sowohl mengen- als auch wertmäßigen Import als Export. Diese Situation wirkt sich für den Osloer Hafen so aus, daß hier einlaufende Schiffe den Hafen unausgelastet verlassen. Trotz der großen, unter norwegischer Flagge fahrenden Tonnage (an dritter Stelle der Welttonnage) wird Oslo - wie auch die anderen norwegischen Häfen - im wesentlichen von Schiffen außernorwegischer Flagge angelaufen.

Der Osloer Hafen hat, wie fast alle norwegischen Häfen, sehr günstige Standortbedingungen, er liegt geschützt im Oslo-Fjord, ist vollständig eisfrei, weist geringe Wasserspiegelschwankungen durch die Gezeiten ( $\max \Delta H = 1,20 \text{ m}$ ) auf, hat unmittelbar unter Land natürliche Wassertiefen zwischen 6 und 12 m und somit keine Schwierigkeiten mit einer Verlandung. Das Hinterland ist im wesentlichen durch den Fjord gegeben. Eine künstliche Querverbindung für den Wasserweg im Lande gibt es nicht, und der unbedeutende Transitverkehr geht nur über einen Umschlag von Wasser auf Land. Von lokaler Bedeutung ist der küstennahe Querverkehr. Im Osloer Hafen wird überwiegend nur Stückgut - wie Obst und Gemüse, Papier, Chemikalien, Textilien, Stahl und Stahlprodukte etc. - umgeschlagen, insgesamt etwa 4,7 Mill. Tonnen jährlich.

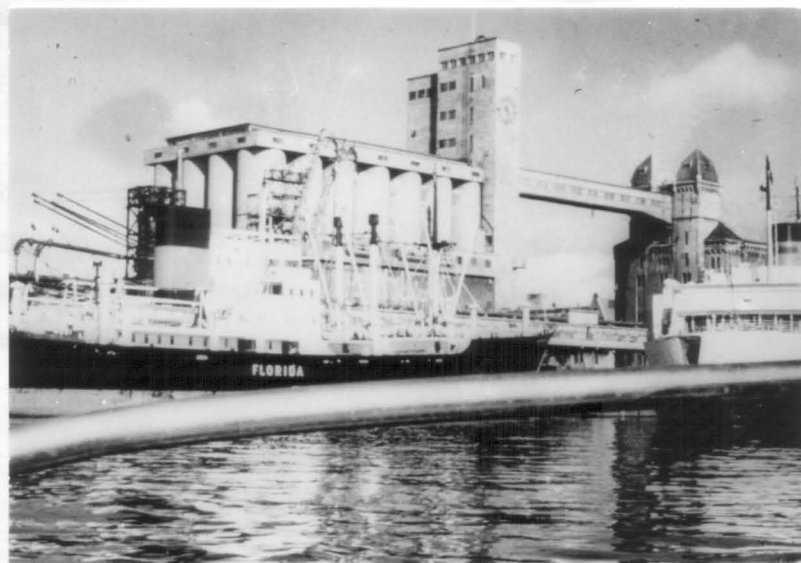
# LAGEPLAN OSLO HAFEN

(Hafenbahn nicht dargestellt)

M. 1:15 000







Insgesamt verfügt der Osloer Hafen über 12 700 m Kailänge, 133 Kräne und über 768 000 m<sup>2</sup> Lagerfläche. Die Lagerflächen der Hafenverwaltung dienen dem Transitverkehr, während die dem restlichen Umschlag dienenden ausschließlich im Privatbesitz sind. Bei einer Erweiterung der Lagerflächen weicht man, auch aus Gründen der militärischen Sicherheit, in unterirdische Lagen aus - z. B. beim Bau unterirdischer Ölspeicher in Ekeberg und bei den Ekebergs Halls (32 000 m<sup>2</sup> Lagerfläche).

Die Führung endete an dem Ausgangspunkt der Hafenrundfahrt. Der anschließende kleine Spaziergang - unter der freundlichen Führung von Frl. Zimmermann - führte am Rathaus vorbei durch das Universitätsviertel zum Königlichen Schloß und gab uns einen ersten Eindruck von Oslo.

Am Nachmittag fand eine Besichtigung der WKA "Fellsanlegget Kykkelsrud-Fossumfoss" statt, und die Herren Petersen, Lund, Gjerde und Eien erläuterten und führten uns durch die Anlage.

Die WKA "Fellsanlegget Kykkelsrud-Fossumfoss" nutzt die örtlich besonders günstigen topographischen Gegebenheiten und das Wasserdargebot des Glomma Flusses durch 2 Wasserkraftanlagen.

Hydrologische Daten:

Einzugsgebiet an der WKA

ca. 40 000 km<sup>2</sup>

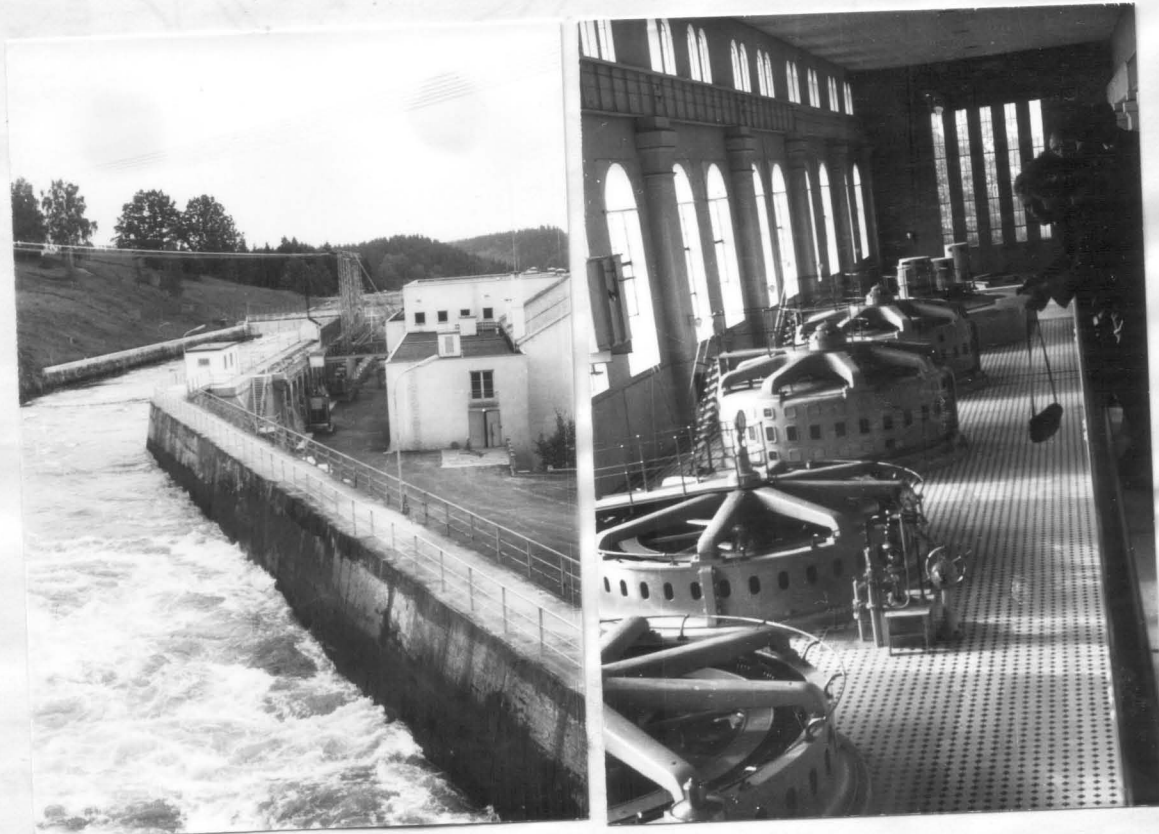
MQ

679 m<sup>3</sup>/s

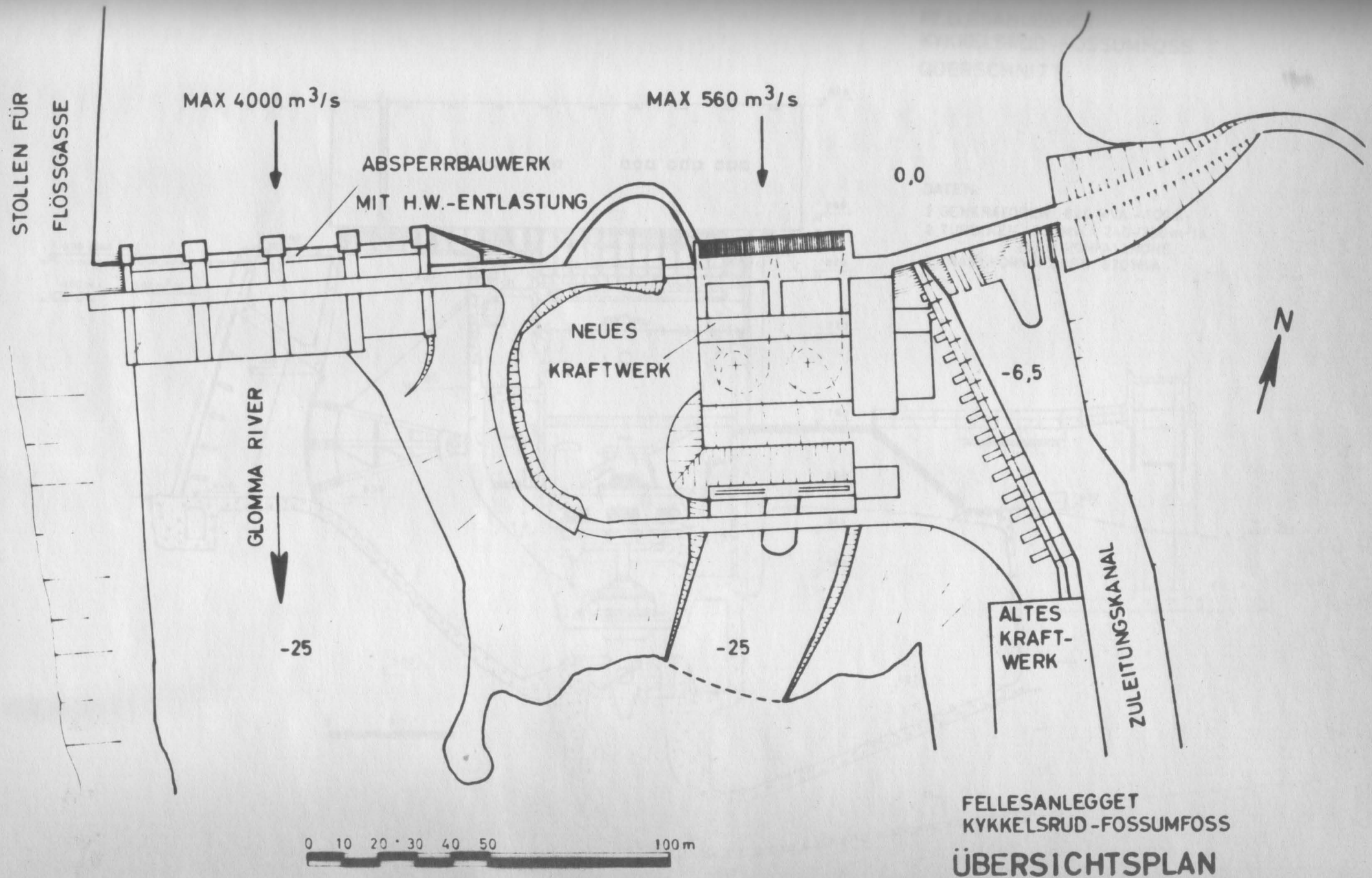
HHQ

3 500 m<sup>3</sup>/s

Die ältere Anlage erzeugte einen Stau von 18,50 m und nutzte eine Ausbauwassermenge von 410 m<sup>3</sup>/s durch 12 Einheiten von Francis Turbinen mit vertikaler Wellenanordnung mit einem Jahresarbeitsvermögen von 170 GWh.



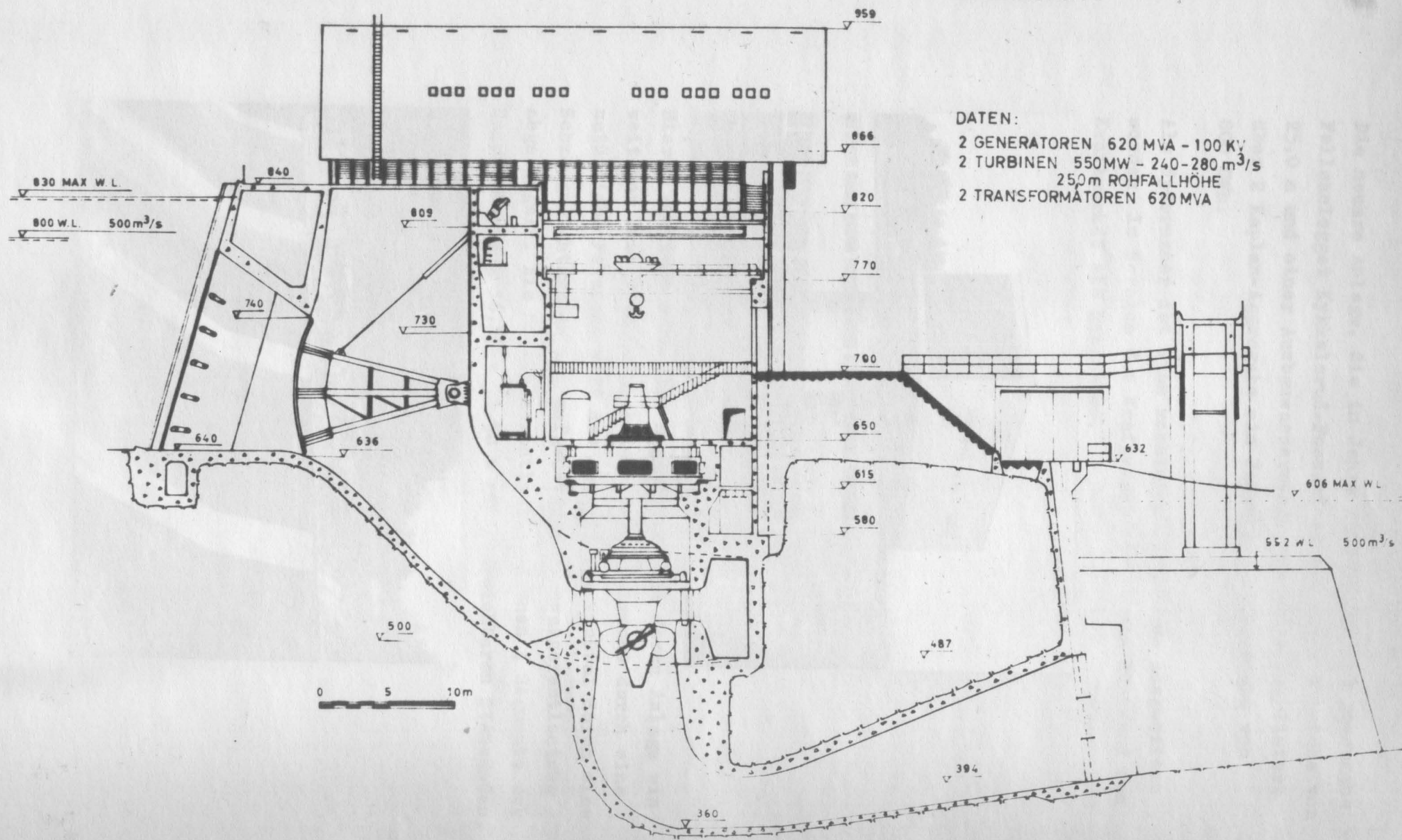




# FELLESANLEGGET KYKKELSRUD - FOSSUMFOSS QUERSCHNITT

## DATEN:

2 GENERATOREN 620 MVA - 100 KV  
2 TURBINEN 550 MW - 240-280 m<sup>3</sup>/s  
250m ROHFALLHÖHE  
2 TRANSFORMATOREN 620 MVA





Die neuere Anlage, die im Jahre 1964 in Betrieb genommene Fellsanlegget Kykkelsrud-Fossumfoss mit einer Stauhöhe von 25,0 m und einer Ausbauwassermenge von  $560 \text{ m}^3/\text{s}$ , liefert über 2 Kaplan-Aggregate ein Jahresarbeitsvermögen von 800 GWh.

Als Sperrmauer ist eine kombinierte Bauweise ausgebildet worden. Im Bereich des Kraftwerkes dient die Rückwand des Kraftwerkes als Staumauer.



Hieran schließt sich eine Bogenmauer, bei deren Anlage ein weiterer Ausbau berücksichtigt wurde. Getrennt durch eine natürliche Felsenase wird das eigentliche Flußtal durch eine Schwergewichtsmauer mit aufgesetzter Hochwasserentlastung abgeriegelt. Als Hochwasserentlastung dienen 4 Segmente der Hauptabmessung  $16,50 \times 10,50 \text{ m}$  mit hochziehbaren Stauwänden.



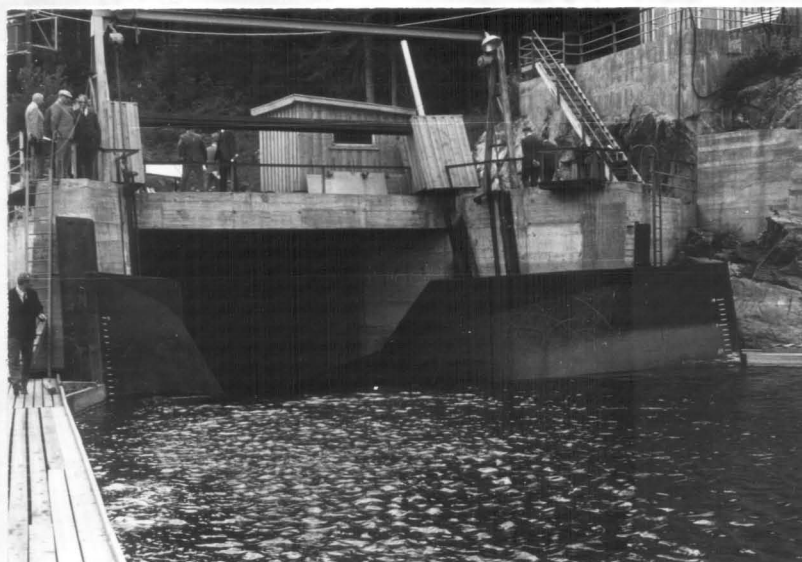
- 10 -

9. 8. 1966

Die Stauanlage wurde im Schutz der oberhalb gelegenen, wesentlich kleineren, älteren Stauanlage errichtet. Die letztere wurde anschließend eingestaut, also nicht zerstört. Bei einem Bruch der neuen Anlage wird die ältere ein völliges Auslaufen der Stauhaltung verhindern, und die ältere Anlage schützt die sich im Betrieb befindliche für den Fall militärischer Auseinandersetzungen.

Aus rechtlichen Gründen muß die ältere Wasserkraftanlage weiterhin betrieben werden. Der älteren Wasserkraftanlage wird vom neuen Wehr über ein Tosbecken (für eine Fallhöhe von 6,5 m und eine Wassermenge von  $410 \text{ m}^3/\text{s}$ ) die Ausbauwassermenge weiterhin zugeführt. Eine zusätzlich zu installierende Leistung von ca. 20 MW mit einem Jahresarbeitsvermögen von 62,5 GWh rechtfertigt zur Zeit noch nicht den Neubau eines Maschinenhauses für 77 MW. Die erzeugte Energie wird in das 50 kV-Verbundnetz Norwegens eingespeist.

Speziellen norwegischen Bedürfnissen entsprach ein Flößstollen zur Überwindung des Wehres für den Flößereibetrieb auf dem Glomma Fluß. Bemerkenswert ist, daß der Flößereibetrieb in der Wassernutzung gegenüber der Wasserkraft Vorrang hat.



D. Viehweger



9. 8. 1966

Der dritte Tag unserer Exkursion war der Wasserversorgung und - ein wenig am Rande - der Abwasserbehandlung gewidmet. Im Verwaltungsgebäude der Osloer Stadtwerke empfing uns Herr Beenholtm und führte uns in einem kurzen Vortrag in die spezifischen Merkmale der Wasserversorgung von Oslo ein.

Infolge des tektonischen Aufbaus der oberen Erdschichten Norwegens ist das Land fast ausschließlich auf das Oberflächenwasser angewiesen. Ergiebige Grundwasser führende Bodenschichten stehen in Norwegen selten an. Norwegens flächenmäßige Größe ( $324\,000\text{ km}^2$ ), seine extrem niedrige Bevölkerungsdichte ( $10\text{ E/km}^2$ ), seine auf einige wenige Punkte konzentrierten Großsiedlungen und das Oberflächenrelief begünstigen das Anlegen von oberirdischen Wasserspeichern für die Trinkwasserversorgung. In der Regel werden unbesiedelte Waldgebiete zum Siedlungssperrgebiet erklärt und der Niederschlag in Talsperren zurückgehalten. Man rechnet mit einem Wasserverbrauch von  $600\text{ l/Tg.} + \text{E}$ . Die Verbrauchskurve zeigt einen steilen Anstieg und deutet auf einen weiter ansteigenden Verbrauch hin.

Für die Wasserversorgung von Oslo steht ein ca.  $300\text{ km}^2$  großes, fast unbesiedeltes Waldgebiet im Norden der Stadt zur Verfügung. Die Speicherkapazität beträgt z. Zt.  $3,48\text{ Mill. m}^3$ . Bei einer jährlichen Entnahme von  $7,3\text{ Mill. m}^3$  für die Trinkwasserversorgung ist mit einer mittleren Aufenthaltszeit von ca. 180 Tagen zu rechnen, was einen guten Selbstreinigungsgrad erwarten läßt. Die Speicherkapazität soll auf  $13,5\text{ Mill. m}^3$  erhöht werden. Die Karbonathärte liegt mit  $1,5 - 4,0\text{ mg/l}$  weit unter einem Härtegrad (d. H.). Der übergroße Gehalt an Kohlensäure wird durch eine 5 Minuten dauernde Belüftung reduziert. Dem relativ hohen Gehalt an Humusstoffen soll in Zukunft dadurch begegnet werden, daß das Schälen und Flößen von Bäumen im Trinkwasserschutzgebiet verboten wird.

Das Trinkwasser wird dem Speicher in einer Tiefe von 35,0 m entnommen. Nach der o. a. Belüftung wird es erstmalig gechlort, um einen Anteil der echt gelösten Stoffe in einen kolloidalen Zustand zu überführen. Anschließend passiert das Wasser einen Mikrofilter und wird nochmals gechlort. In der eigentlichen Aufbereitungsanlage in Skullerud erfolgt die Reinigung über ein Zellulosefilter.

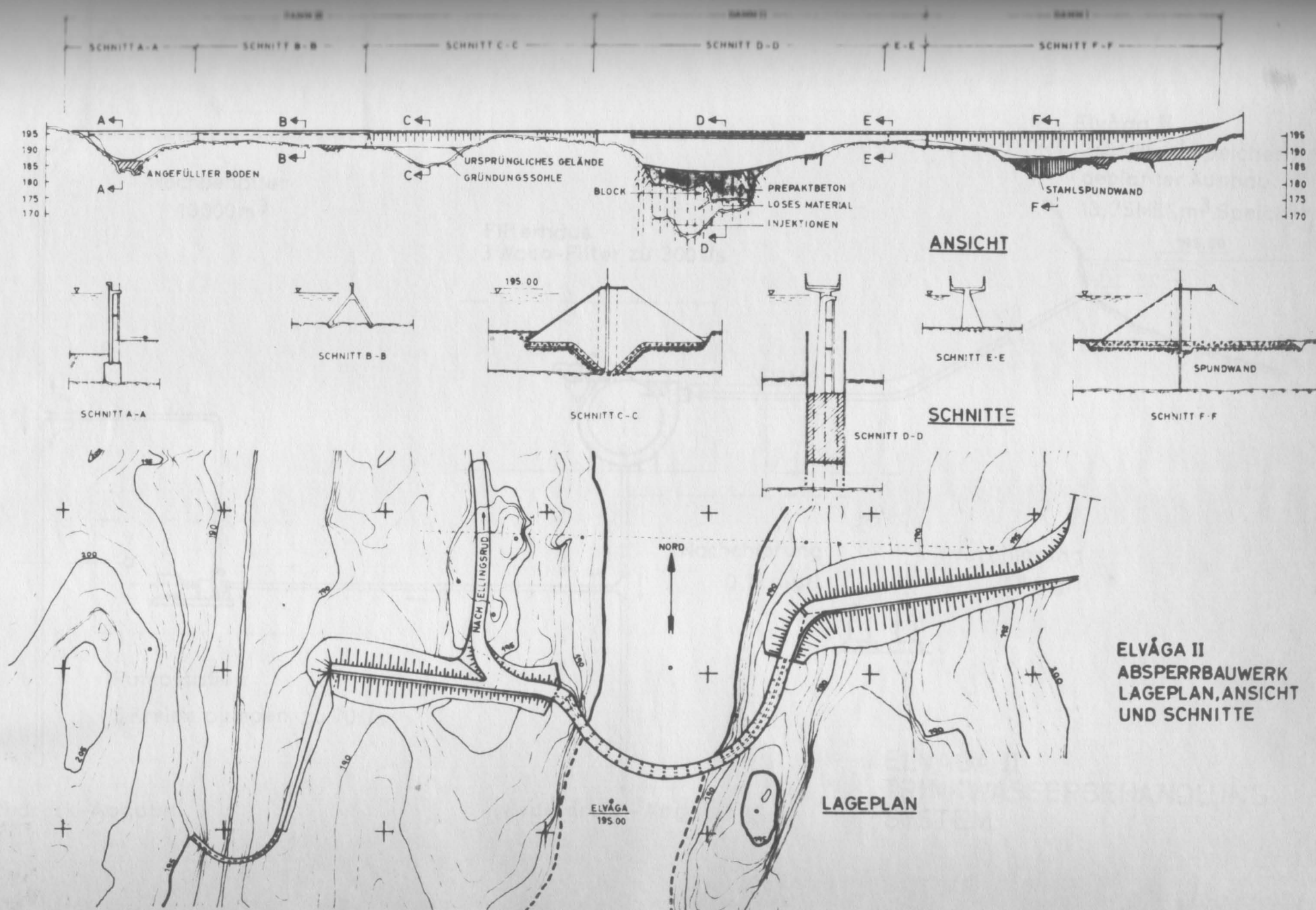
In Oslo wird das Trinkwasser für  $0,5 \text{ Nkr/m}^3$  an den Verbraucher abgegeben.

Mit einigen Worten ist auf die Abwasserbehandlung eingegangen worden. Zur Zeit übernehmen 3 Kläranlagen die mechanische Reinigung der Abwässer der Stadt. Die biologische Behandlung wird dem Oslo Fjord zugewiesen. Bekanntlich nehmen das spez. Gewicht und die Temperatur des Wassers in einem See mit der Tiefe zu bzw. ab. Um eine Verschmutzung des Oslo Fjords zunächst nicht in Erscheinung treten zu lassen, wird das mechanisch geklärte Abwasser in solche Tiefe in den Oslo Fjord eingespeist, daß es nicht aufgetrieben wird.

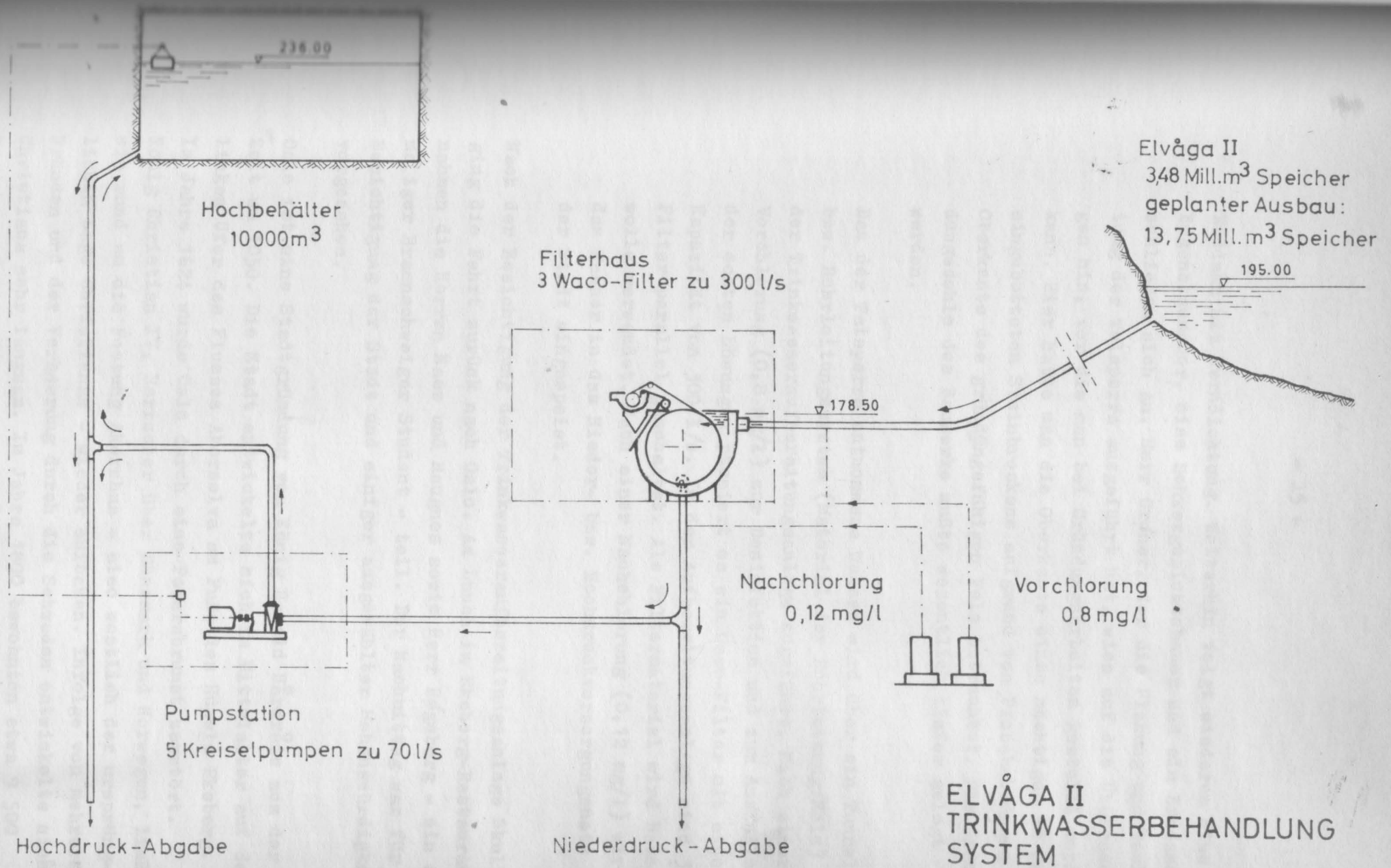
Durch das Einleiten der mechanisch geklärten Abwässer wird der Nährstoffgehalt wesentlich erhöht, was eine Wachstumsbegünstigung für Algen zur Folge hat. Einer drohenden Eutrophierung des Fjords im Bereich der Stadt Oslo hofft man durch eine künstlich erzeugte (über Pumpwasser), seewärts gerichtete Strömung zu begegnen. Zu diesem Zwecke plant man, Wasser aus dem Fjord über die Halbinsel Nesodden zu pumpen und so eine Strömung im Oslo Fjord in Richtung See zu erzeugen.

Im Rahmen einer Besichtigungsfahrt wurden uns die Trinkwassertalsperre Elvåga II und die Aufbereitungsanlage in Skullerud gezeigt.

Die geologischen Verhältnisse bedingen eine mehrfach gebrochene Linienführung des Sperrbauwerks mit unterschiedlichen Konstruktionsarten. An eine Bogenstaumauer schließt sich eine Schwergewichtsmauer in aufgelöster Bauweise an, daran ein







- 15 -

Erddamm mit Kerndichtung. Weiterhin folgt wiederum eine Bogenstaumauer, eine Schwergewichtsmauer und ein Erddamm schließen sich an. Herr Gröner, der die Planung und Bauleitung der Talsperre ausgeführt hat, wies auf die Überraschungen hin, vor die man bei Gründungsarbeiten gestellt werden kann. Hier hatte man die Oberkante eines mächtigen im Geröll eingebetteten Steinbrockens aufgrund von Probebohrungen als Oberkante des gründungsfähigen Fels betrachtet. Die Gründungssohle des Bauwerks mußte wesentlich tiefer gelegt werden.

Das der Talsperre entnommene Wasser wird über ein Tunnel- bzw. Rohrleitungssystem (Material der Rohrleitung: Holz) der Trinkwasseraufbereitungsanlage zugeführt. Nach einer Vorchlorung (0,8 mg/l) zur Desinfektion und zum Ausfällen der echten Lösungen passiert es ein Waco-Filter mit einer Kapazität von 300 l/s. In der Aufbereitungsanlage sind 3 Filter parallel geschaltet. Als Filtermaterial wird Baumwolle verwendet. Nach einer Nachchlorung (0,12 mg/l) wird das Wasser in das Nieder- bzw. Hochdruckversorgungsnetz der Stadt eingespeist.

Nach der Besichtigung der Trinkwasseraufbereitungsanlage Skullerud ging die Fahrt zurück nach Oslo. Am Lunch im Ekeberg-Restaurant nahmen die Herren Naes und Haugnes sowie Herr Røgeberg - ein ehemaliger Braunschweiger Student - teil. Der Nachmittag war für die Besichtigung der Stadt und einiger ausgewählter Sehenswürdigkeiten vorgesehen.

Oslo ist eine Stadtgründung von König Harald Hårdråde aus der Zeit um 1050. Die Stadt entwickelte sich im Mittelalter auf dem linken Ufer des Flusses Akerselva am Fuße des Hügels Ekeberg. Im Jahre 1624 wurde Oslo durch eine Feuersbrunst zerstört. König Christian IV, Herrscher über Dänemark und Norwegen, ließ sie rund um die Festung Akershus - also westlich der ursprünglichen Lage Christianas - wieder aufbauen. Infolge von mehreren Bränden und der Verheerung durch die Schweden entwickelte sich Christiana sehr langsam. Im Jahre 1800 bewohnten etwa 9 500 Einwohner die Stadt. Im Jahre 1814 wurde die Personalunion zwischen

Norwegen und Dänemark aufgelöst. An ihre Stelle trat eine solche mit dem Königreich Schweden, die sicherte aber jedem der beiden Länder eine eigene Verfassung und eine autonome Regierung zu.

Christiana wurde Sitz der autonomen Regierung Norwegens, und ihre Bedeutung wuchs durch die Gründung der Universität und durch die Entwicklung von umfangreichem Handel und Industrie. Nachdem Norwegen im Jahre 1844 zunächst einen Vizekönig erhalten hatte, wurde im Jahre 1905 die Union

mit Schweden durch Norwegen gelöst. 1925 wurde Christiana wieder in Oslo umbenannt und ist heute eine moderne Großstadt mit über 500 000 Einwohnern.



Im Fram-Haus ist das Polarschiff Fram ausgestellt, das für Fridtjof Nansens Polarexpedition gebaut und später auch von Otto Sverdrup für Vermessungs- und Kartierungsarbeiten bei Grönland benutzt worden ist.

Das Kon-Tiki Museum enthält das bekannte Floß gleichen Namens, mit dem 1947 Thor Heyerdahl mit fünf Kameraden von Callao/Peru nach den Tuamotu-Inseln in Polynesien vom Wind etwa 8 000 km getrieben worden ist. Mit diesem Experiment wollte Heyerdahl nachweisen, daß Polynesien vom südamerikanischen Festland besiedelt worden sein kann. Das benutzte Floß Kon-Tiki - benannt nach dem Sonnengott der Inkas - ist aus Balza-Holz gefertigt und stellt eine Nachbildung der Flöße dar, die die Inkas etwa um 500 n. Chr. benutzten.



- 17 -

Die ausgestellten Wikingerschiffe wurden am Ufer des Oslo Fjords am Ende des letzten Jahrhunderts gefunden und stammen aus dem 10. Jahrhundert n. Chr. Eines der Boote - das "Gokstad Boot" - ist der Typus eines Expeditionsbootes, wie es von den Wikingern für ihre Eroberungsfahrten an die Küsten Mittel- und Osteuropas benutzt worden ist. Das "Oseberg Boot" stellt eine Art von Vergnügungsschiff dar, ist aber in diesem besonderen Fall für das Begräbnis einer Königin benutzt worden, wie in dem Boot gefundene Schmuckstücke, Küchengeräte und andere Gegenstände beweisen.

Schlechte Sichtverhältnisse - die Luft war leicht diesig - waren die Ursache dafür, daß sich von der Sprungschanze am Holmenkollen nicht die erwartete Aussicht auf Oslo und den Fjord bot.

Die Stadtbesichtigung schloß mit einem Besuch der "Vigeland-Anlage" ab. Im "Frogner Park" sind Skulpturen von Gustav Vigeland - einem bekannten norwegischen Bildhauer dieses Jahrhunderts - nach seinen Plänen arrangiert worden. Das beherrschende Werk in der Parkanlage ist der 17 m hohe Monolith aus Granit. Diese Säule wird durch 121 ineinander verschlungene menschliche Gestalten gebildet, die sich zur Höhe kämpfen wollen.



Am Abend nahm ein jeder die Gelegenheit wahr, die norwegische Küche in einem der vielen Restaurants der Innenstadt kennen zu lernen und den Eindruck von Oslo durch einen Bummel durch das nächtliche Oslo abzurunden.

D. Viehweger

10. 8. 1966

Am Morgen verließen wir Oslo in Richtung Trondheim und kamen nach Røtnes, wo wir von Herrn Christensen empfangen und zu der Trinkwassertalsperre Høldippeldal geführt wurden.

Die Talsperre Høldippeldal wurde von der Gemeinde Nittedal mit 6 000 bis 7 000 Einwohnern für ihre Trinkwasserversorgung angelegt. Das Staubecken mit einem unbewohnten Einzugsgebiet von  $2,3 \text{ km}^2$  hat ein Volumen von  $940 000 \text{ m}^3$ . Bei einem Wasserbedarf von  $300 \text{ l/E+Tg.}$  ist das Verhältnis von Stauvolumen zum Wasserbedarf  $1 : 1,24$ . Durch den langen Aufenthalt des Wassers im Becken ist eine gute biologische Selbstreinigung gewährleistet. Der Wasserverbrauch wird über einen Pauschalbetrag von  $100 \text{ NKr/Haushalt + Jahr}$  abgerechnet.



Die Sperre besteht aus zwei Mauern, die durch einen Felsvorsprung getrennt sind. Auf der rechten Talseite ist eine Pfeilerkopf- und linksseitig eine Bogenstaumauer ausgebildet worden. Die gesamte Kronenlänge beträgt  $215 \text{ m}$ . Sowohl bei der Pfeilerkopf- als auch bei der Bogenstaumauer ist die Luftseite mit einer Isolierwand versehen, bei der ersten massiv und bei der letzteren in Holz, um größere Temperaturschwankungen von der Stauwand fernzuhalten. Der Betriebs- und Grundablaß sowie die Hochwasserentlastung sind in der Bogenstaumauer untergebracht. Etwa  $1 \text{ km}$  unterhalb der Entnahme wird das Trinkwasser ( $\text{pH} = 5,4$ ) durch Chlorung aufbereitet.

Die Weiterfahrt ging über Jessheim und Eichsvall entlang dem Mjøsa See durch die fruchtbaren, landwirtschaftlich genutzten Gebiete der Hedemarken nach Hamar, dem Handelszentrum und Verwaltungssitz der Hedemarken. Nach einer kurzen Rast und Mittagspause in Hamar führte die Reiseroute weiterhin entlang dem Mjøsa See - mit 359 km<sup>2</sup> Norwegens größter Binnensee - nach Lillehammer.

Lillehammer ist eine reizvoll gelegene Kleinstadt, am Abhang eines den Mjøsa See beherrschenden Hügels und am südlichen Eingang in das Gudbrandsdal gelegen.

Die Stadt bietet einen Anziehungspunkt besonderer Art: das Freiluftmuseum Maihaugen, ein Museumsdorf mit alten Bauerngehöften, mit voll eingerichteten Werkstätten von z. B. Töpfern, Schlossern, Tischlern, Uhrmachern. Weitere interessante Einzelheiten vermitteln ein altes Pfarrhaus, ein Haus eines Offiziers sowie eine Stabholzkirche. Insgesamt sind über 100 Häuser aus dem Gudbrandsdalen mit großem Geschick in einer Waldlandschaft gruppiert und geben ein lebendiges Bild des ländlichen Lebens vergangener Jahrhunderte.



Die Bauform der Stabholzkirche, von der wir später noch in Ringebu im Gudbrandsdalen (erbaut um 1200) und in Lom (erbaut um 1250) einige schöne Ausführungen besichtigt haben, ist eine typisch nordische Entwicklung. Das namensgebende Element dieser Bauart sind die vertikalen Pfosten (Stav), die im Viereck angeordnet, im Unterteil durch horizontale Querbalken und im Oberteil durch Archivre ausgesteift sind. Innerhalb dieses wuchtigen Rahmengerüsts





STABKIRCHE IN RINGEBU

sind die Zwischenwände und durchbrochenen Einfriedigungen aus Brettern hergestellt. Die gesamte Konstruktion ist, soweit wie möglich, erhöht über dem Erdboden angeordnet, um die Feuchtigkeit fernzuhalten. Die Architektur wird durch Verzierungen, Holzskulpturen und Malerei stark unterstrichen. Die Holzpfeiler laufen häufig in Figuren oder Tierköpfen aus. In den Öffnungen zwischen den aussteifenden Querbalken und auch zwischen den vertikalen Pfeilern befinden sich Stützhölzer, die in der Form des Andreaskreuzes angeordnet sind, teilweise versehen mit geschnitzten Rundbildern oder bemalten Holzscheiben. Kennzeich-

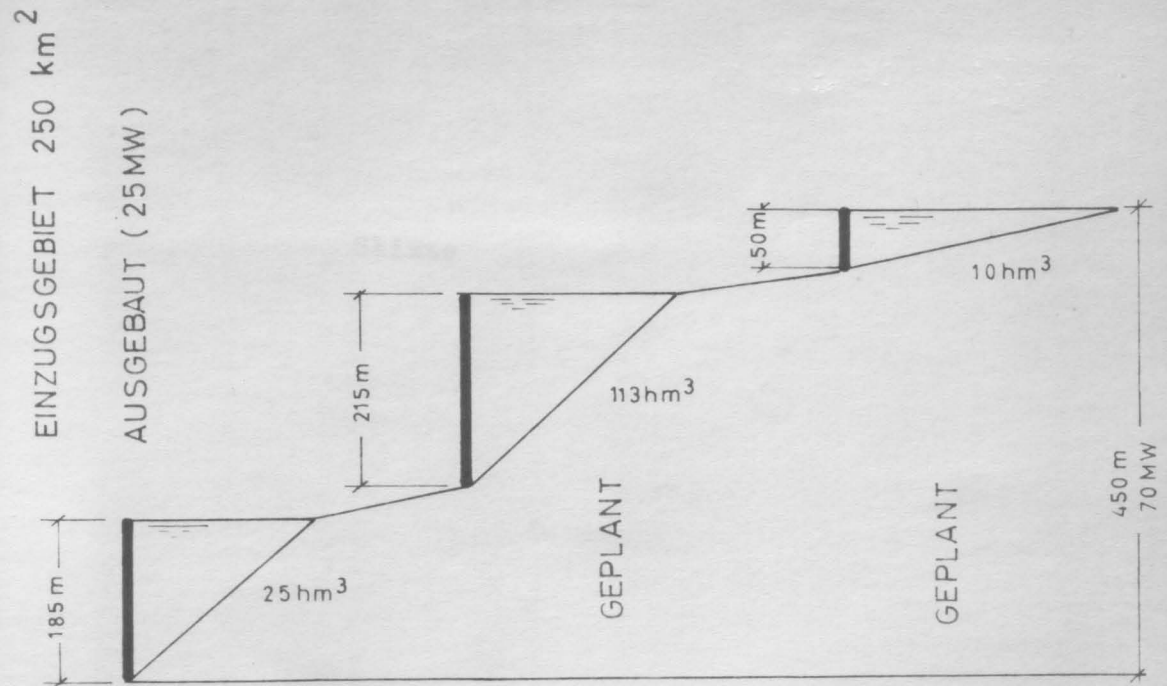
nend ist, daß dieses "Blendentriforium" auf halber Höhe zwischen dem Fußboden und dem Dach angeordnet ist. Ausgeleuchtet wird das Kirchenschiff durch schmale, hoch angebrachte Fenster. Um das Bauwerk verläuft vielfach eine offene oder "verschaltete" Außengalerie, die den Unterteil der Kirchenwände gegen Feuchtigkeit schützen soll und zugleich als Vorhalle für die Kirchgänger dient.

F. Büsching

B. Lauruschkat

11. 8. 1966

Auf der Weiterfahrt nach Trondheim durchfahren wir das Gudbrandsdalen, Norwegens längstes Tal (130 km). Gebirgszüge schützen das Tal nach Osten und Westen. Der natürliche Zugang liegt im Süden. Diese Begünstigung klimatischer Art und das Vorhandensein guter Böden für die Landwirtschaft erklären ein Aufblühen der Siedlungen im Tal und den Reichtum ihrer Bewohner, schon in früher Zeit. Das Gudbrandsdalen wird durch den Fluß Lønsa durchflossen. Bei Dombås läuft das Gudbrandsdalen in Norden in das Dovre Fjell, eine Ebene mit Hochmoorcharakter in etwa 1000 m ü. NN, aus. Das Dovre Fjell bildet auch die Wasserscheide zwischen den nach Süden und nach Norden entwässernden Flüssen. Über Oppdal, Berdal und Støren erreichten wir den Sjøna, wo uns Herr Rathe vom Sør-Trøndelag E-verk über den Wasserkraftausbau dieses Flusses informierte.

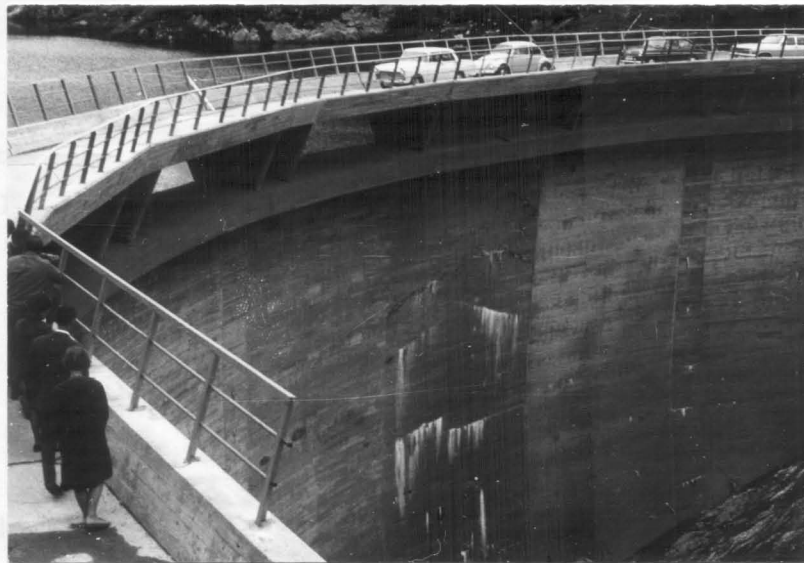


### AUSBAU DES SOKNA -SCHEMA-

Der Soknausbau sieht drei Speicher vor, wobei eine Gesamtrohfallhöhe von 450 m mit einer Gesamtleistung von 70 MW ausgenutzt werden kann. Der Ausbau ist soweit fortgeschritten, daß die untere Wasserkraftanlage in Betrieb ist. Die Talsperre besteht aus einem Stausee mit  $25 \text{ hm}^3$  Nutzraum. Den Abschluß bildet eine doppelt gekrümmte Bogenstaumauer mit einer Kronenlänge von 115 m und einer maximalen Bauhöhe von 25 m. Die Mauer wird im Fall der Hochwasserentlastung über die gesamte Kronenlänge überströmt. Die Stärke der Betonschale beträgt an ihrem Kopf 1,00 m und in der Gründungssohle 1,60 m. Die felsige Gründungssohle erlaubte das Einziehen von Ankern, auf Injektionen konnte verzichtet werden. Ebenfalls konnte man auf eine Verschalung der Luftseite verzichten, weil große Temperaturschwankungen nicht zu befürchten sind. Die Luftseite der Bogenmauer ist durch ihre Nordseite an der Sperre gegen direkte Sonneneinstrahlung geschützt.

Die Lücken werden 2 Jahre in kleinen Wasserschüssen herausgezogen, wobei jeder aufgewogene Fluch des Wärfers ca. 3,5 Mkr. kostet. Jährlich werden 100 000 geknetete Lücken ausgegossen. Ebenfalls können ca. 5 % an die Ausgestaltungszeit zurück. Bei einem durchschnittlichen Gewicht von 8 kg/Layer und bei einem Preis von 15 Mkr./kg Löss ergibt sich ein Gewinn von 250 000 Mkr.

- 22 -



In der Gründungssohle auf der Luftseite haben sich Risse gebildet, die mit der Richtung der Grundsohle etwa einen Winkel von  $45^\circ$  bilden, und an denen z. T. ein erheblicher Wasseraustritt zu beobachten war. In der Nähe des rechten Widerlagers zweigt der unterirdische Stollen ab, der zum Kavernenkraftwerk führt.

Die Kraftwerkskaverne konnte nicht besichtigt werden.

In der Nähe des Kraftwerkes ist eine Lachs- und Forellenaufzuchtanlage durch die den Energieausbau des Sokna betreibende Gesellschaft angelegt. Durch den Bau der Talsperren im Sokna wurden die Lachse und Forellen aus dem Fluß verdrängt, so daß man mit dem Bau der Aufzuchtanlage einer staatlichen Auflage nachkommen mußte.

Eine solche Aufzuchtanlage kann wirtschaftlich sein, wie die folgende Betrachtung zeigt:

Die Lachse werden 2 Jahre in kleinen Wasserbassins herangezogen, wobei jeder aufgezogene Fisch dem Züchter ca. 3,5 NKr. kostet. Jährlich werden 100 000 gekennzeichnete Lachse ausgesetzt. Davon kehren ca. 5 % an die Aussetzstellen zurück. Bei einem durchschnittlichen Gewicht von 8 kg/Lachs und bei einem Preis von 15 NKr./kg Lachs ergibt sich ein Gewinn von 250 000 NKr.



- 23 -

Einnahme:	5 000 . 8 . 15 =	600 000 NKr
Kosten:	3,50 . 10 <sup>5</sup> =	350 000 NKr

Herr Rathe ließ es sich nicht nehmen, uns nach Trondheim zu unserem Hotel zu führen und bei einem Aquavit mit uns über Lachs- und Forellenfischerei zu plaudern.

F. Büsching

B. Lauruschkat

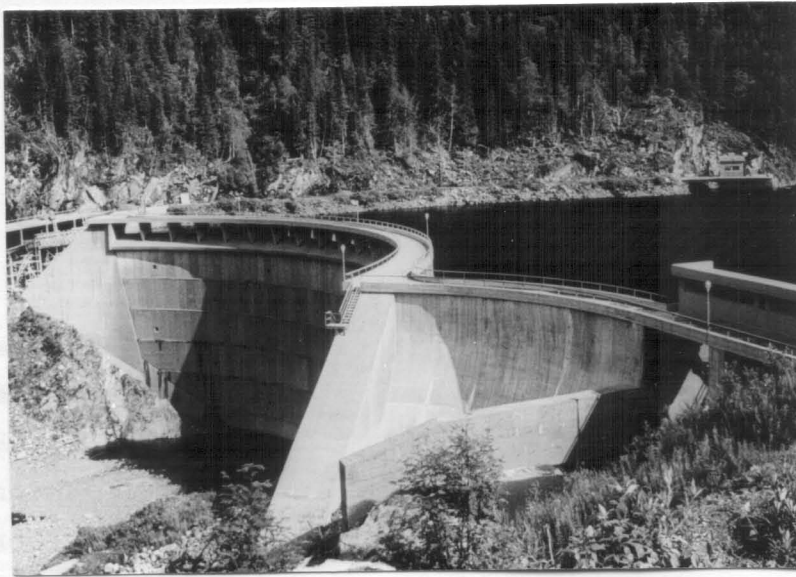
12. 8. 1966

Am Morgen dieses Tages, dem 6. Exkursionstag, stand die Besichtigung der Wasserkraftanlage Hegset auf dem Programm. Hegset liegt südöstlich von Trondheim in einer Entfernung von 90 km. Bei sonnigem Wetter ging die Fahrt entlang dem Strindeffjord, einem Teil des Trondheimefjords, bis Hell. Bei Hell bogen wir landeinwärts in Richtung Selbu. An der Nea erreichten wir das Kavernenkraftwerk Hegset Foss. Glücklicherweise gestattete der aufsichtsführende Angestellte die Besichtigung der Kaverne - es handelt sich um ein militärisches Geheimnis - ohne uns jedoch im einzelnen die Anlage erklären zu können.

Hegset Foss ist ein Speicherkraftwerk mit einer Francis-Turbine von 60 m<sup>3</sup>/s Schluckvermögen. Das System Speicher, Zuleitungsstellen, Kammerwasserschloß, Druckstellen und Kavernenkraftwerk ist zur Ausführung gelangt. Dazu einige Daten:

Zuleitungsstellen der Länge	L = 10,5 km
und der Querschnittsfläche	F = 34 m <sup>2</sup>
Rohfallhöhe	Hr = 72,0 m
installierte Leistung	40 MW

Nach einigen Irrfahrten gelangten wir an den Stausee der Wasserkraftanlage Hegset, leider zu spät, um den uns erwartenden Herrn noch anzutreffen. Die Anlage wurde ohne Führung besichtigt.



Das Absperrbauwerk ist als einfach gekrümmte Bogenstaumauer ausgebildet, die sich an der linken Seite auf einem künstlichen Widerlager und auf der rechten an dem gewachsenen Fels abstützt. Die Verbindung zwischen dem künstlichen Widerlager und der linken Talflanke stellt eine schwach gekrümmte Schwergewichtsmauer her. An der Luftseite der Bogenstaumauer ist eine Isolierwand aus 10 cm starken Betonfertigteilen angeordnet. Der Raum zwischen der Bogenstaumauer und ihrer Verschalung ist begehrbar. Es zeigten sich auch vereinzelt Risse, durch die Wasser in die Kontrollgänge eintritt. An der rechten Talflanke liegt die Flößgasse.



- 25 -

Die Hochwasserentlastung ist als freier Überfall mit beweglichem Wehrverschluß an der linken Talseite der Schwergewichtsmauer aufgesetzt; die Betriebsentnahme ist als Hangeinlaß auf der rechten Talseite ausgebildet.

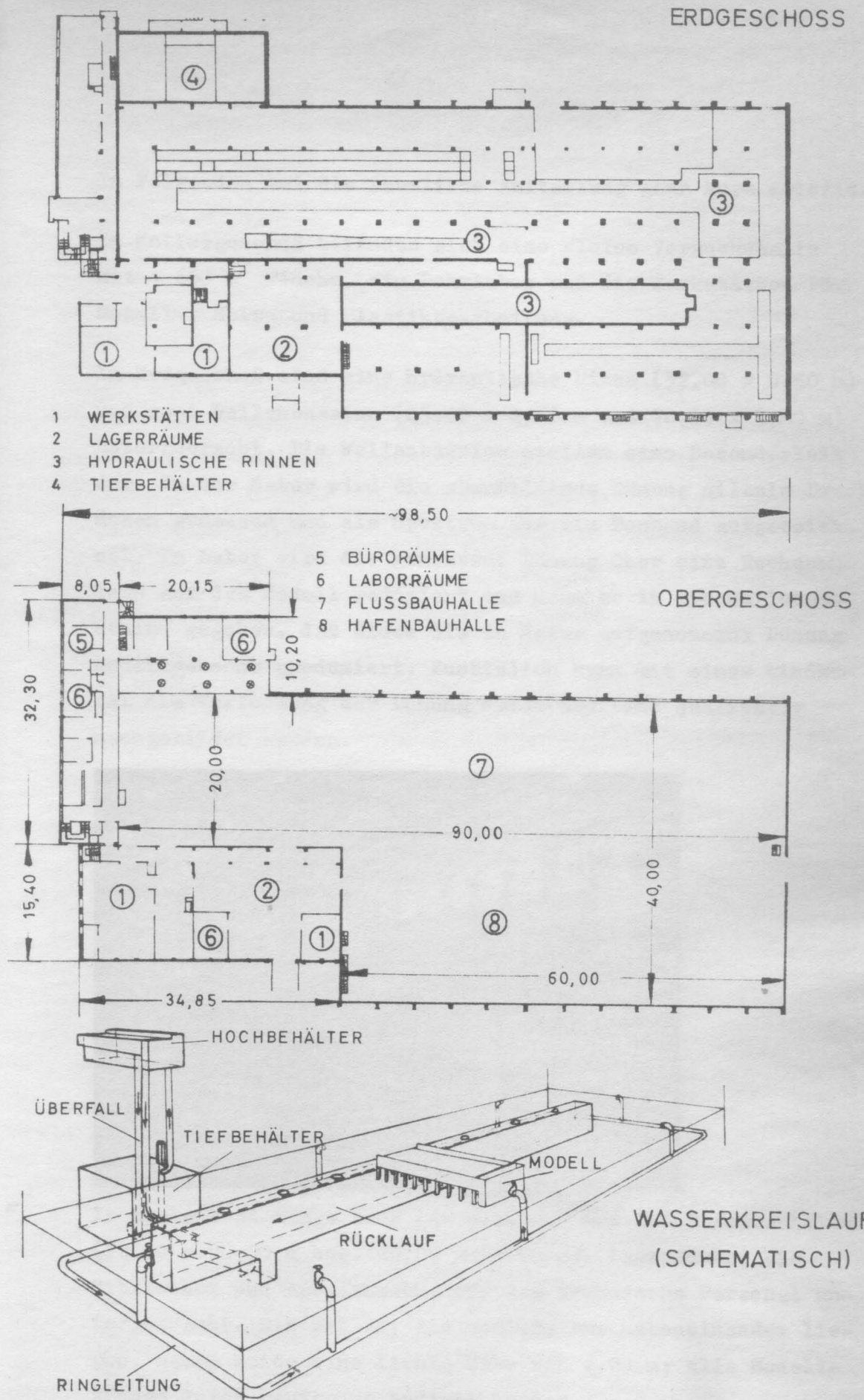
Am Nachmittag waren wir zu Gast in der "Vassdraggs- og Havnelaboratoriet ved Norges Tekniske Høgskole", d. h. im Fluß- und Hafen-Forschungslaboratorium der Technischen Hochschule Norwegens, einer neuen, modernen und großzügig geplanten Wasserbauversuchsanstalt. Gerade im Hinblick auf den geplanten Neubau für die Wasserbauversuchsanstalt war ein Erfahrungsaustausch mit unseren Gastgebern für uns besonders wertvoll.

Die Wasserbauversuchsanstalt in Trondheim ist auf eine Initiative der Technischen Hochschule Trondheim als ein Unternehmen mit einem Verwaltungs- und Aufsichtsrat gegründet worden. Die Aufgabe der Versuchsanstalt besteht darin, Grundlagenforschung zu betreiben, kommerzielle Modellversuche durchzuführen und der Technischen Hochschule in der Ausbildung von Studenten behilflich zu sein. Mit einem Gesamtkostenaufwand von 8,5 Mill. Nkr - die maschinelle Grundausstattung inbegriffen - wurden 4 600 m<sup>2</sup> Versuchsfläche, ein Lehlabor und alle Nebenräume, z. B. Büros, Lager-, Heiz- und Pumpenräume und verschiedene Werkstätten erstellt. Die Inbetriebnahme erfolgte im Jahre 1963.

Die Finanzierung und Unterhaltung der Versuchsanstalt erfolgt aus einer Stiftung und aus Gewinnen aus Aufträgen für Modelluntersuchungen. Als Auftraggeber treten sowohl der Staat als auch Privatunternehmer auf. Die Aufträge werden über die angefallenen Kosten abgerechnet, wobei nötige Neuanschaffungen aus den Aufträgen finanziert werden müssen.

Die Belegschaft besteht aus 46 Ingenieuren und Fachkräften, davon 11 Facharbeiter für die Werkstätten und 8 bis 10 Betonfacharbeiter für die Auf- bzw. Umbauten an den Modellen in der Halle.





WASSERBAUVERSUCHSANSTALT  
TECHNISCHE HOCHSCHULE  
TRONDHEIM

Systeme mit jeweils 2 Pumpen der Förderleistung von 300 l/s bzw. 100 l/s), eine - 27 - Halter mit einem Überflussschalter in den Tiefbehälter und einen Entnahmesystem in Form einer Abzweigleitung.

Im Folgenden sei die räumliche Aufteilung ganz kurz skizziert:

Im Kellergeschoß befinden sich eine kleine Versuchshalle mit 1 600 m<sup>2</sup> Fläche, ein Lehlabor und die Werkstätten für Metall-, Holz- und Plastikbearbeitung.

Im Erdgeschoß sind eine hydraulische Rinne (32,00 x 0,50 m) und zwei Wellenbassins (45,00 x 4,80 m und 78,00 x 3,80 m) untergebracht. Die Wellenbassins stellen eine Besonderheit dar. In der Natur wird die abzubildende Dünen mittels Druckdosen gemessen und als Spektrum auf ein Tonband aufgezeichnet. Im Labor wird die gemessene Dünen über eine Recheneinrichtung auf das Modell reduziert und dann so in die Wellenmaschine gegeben, daß diese die in Natur aufgenommene Dünen modellgerecht produziert. Zusätzlich kann mit einem Windkanal die Verformung der Dünen durch den Wind qualitativ nachgebildet werden.



In der ersten Etage sind die Flußbau- und die Hafenbauhalle (20,00 x 90,00 m bzw. 20,00 x 60,00 m), Lagerräume, die Bibliothek und Arbeitsräume für das technische Personal untergebracht. Die Hallen, die unmittelbar nebeneinander liegen, haben beide eine lichte Höhe von 6,00 m; alle Modelle können durch Laufkräne bedient werden.

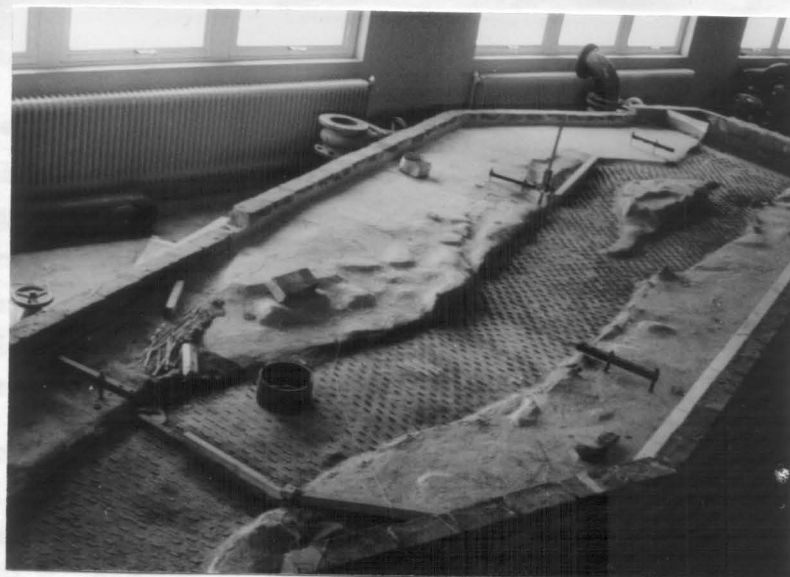
Die Wasserspeisung der Modelle erfolgt aus einem Kreislaufsystem, bestehend aus einem Tiefbehälter, Pumpenaggregaten mit einer Förderleistung von insgesamt 900 l/s (3 separate

Systeme mit jeweils 2 Pumpen der Förderleistung von 200 l/s bzw. 100 l/s), einem Hochbehälter mit einem Überfallrohr in den Tiefbehälter und einem Entnahmesystem in Form einer Ringleitung.

Naturgemäß unterscheiden sich die Fragestellungen, zu deren Klärung Modellversuche durchgeführt werden müssen, in einigen Punkten von denen in Deutschland. Fragen des Flußbaus oder des Talsperrenbaus stehen in Norwegen fast ausschließlich im Zusammenhang mit einem Wasserkraftausbau - mittelbar oder unmittelbar. Bei Hafenbaumodellen sind Probleme der Hafenbecken- und Molenausbildung in Abhängigkeit von Hafenbetrieb und Wellenkräften zu klären. Tideeinflüsse und Fragen im Zusammenhang mit Geschiebe bzw. Schwebstoffen u. ä. - wie sie in Deutschland dominierend sind - sind in Norwegen von sehr untergeordneter Bedeutung.

Auf einem Rundgang durch die Versuchsanstalt wurden von Herrn Dir. Berge und Herrn Svee die einzelnen Modelle erläutert.

Norwegen ist bekanntlich reich an Wasserfällen großer Fallhöhe. Durch einen Modellversuch sollte festgestellt werden, welche Wassermenge einem Wasserfall für eine Wasserkraftnutzung einzogen werden kann, ohne daß der äußere Eindruck wesentlich geändert wird. Die Frage der Modellähnlichkeit wirft einige Probleme auf. Ansonsten liefen Modellversuche zur Untersuchung von Molen bei Seegang, zur Bestimmung von Freibordhöhen an Kaianlagen und zur Untersuchung einer Hubbrücke über eine Landenge.



F. Büsching

B. Lauruschkat



13. 8. 1966

Kurz vor 8.00 Uhr bestiegen wir einen Bus, der uns zum Flugplatz nach Hell brachte, ~ 35 km außerhalb Trondheims. Bei sonnigem Wetter hob sich die F-27-Friendship von der Rollbahn ab, drehte über dem Strindefjord auf SW-Kurs in Richtung Kristiansund. Nach etwa einer Viertelstunde Flugzeit tauchte Kristiansund mit seinen interessanten Brücken zwischen den Wolken auf. Sehr gut konnte man aus der Vogelperspektive die Seen, Schären und Fjorde ausmachen. Nach insgesamt 40 Minuten Flugzeit landete die Maschine außerhalb Ålesunds auf der Insel Vigra. Anschließend ging die Fahrt per Bus und Fährschiff nach Ålesund weiter.

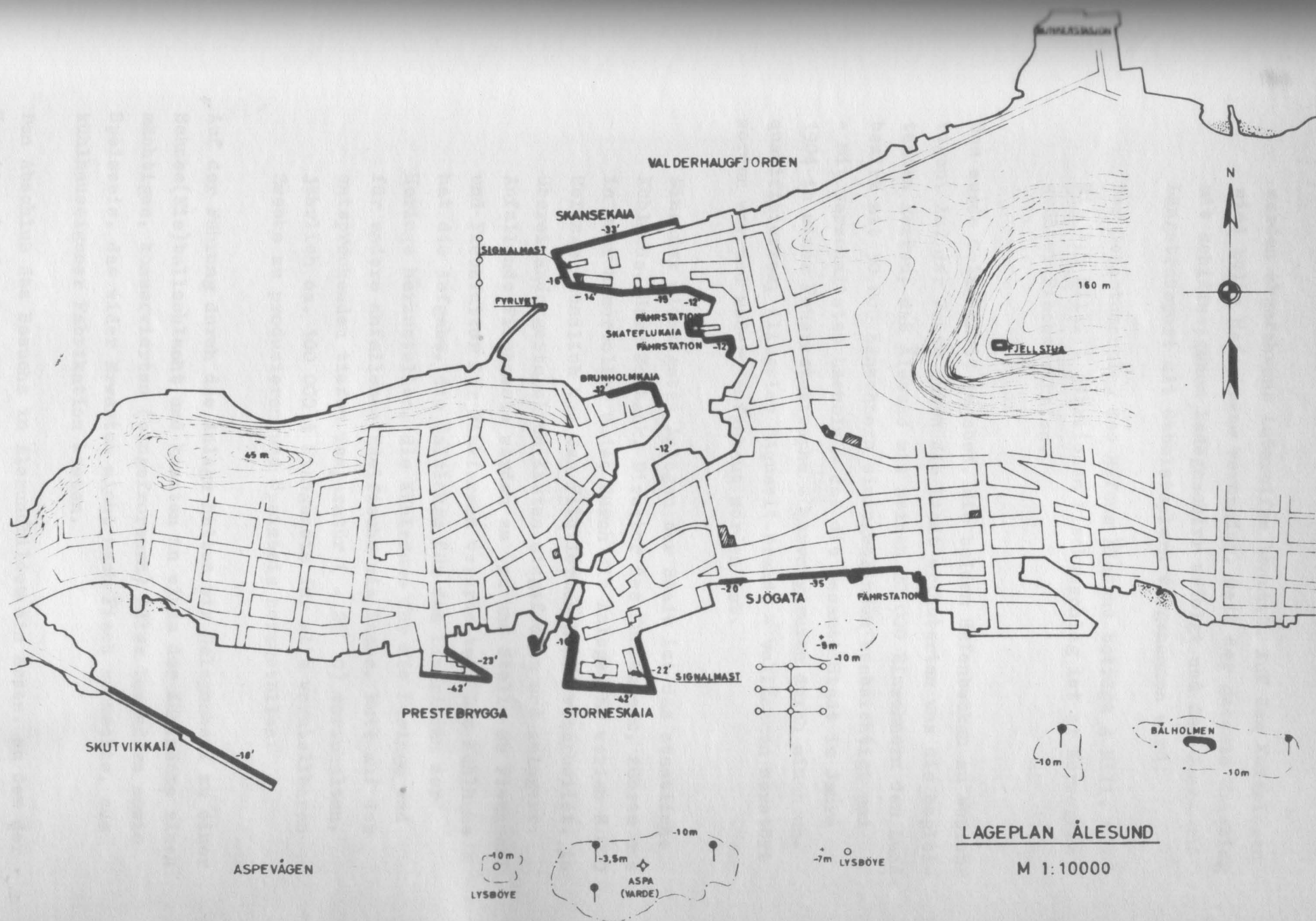
Am Anleger empfingen uns Herr Asser und sein Assistent Herr Brekke von der Hafenverwaltung Ålesund. Sie führten uns nach kurzer Fahrt durch die Stadt zu einer ca. 120 m ü. NN gelegenen Aussichtsplattform, von der Herr Asser Erläuterungen zur Lage der Stadt und der drei Hafenbecken gab.



Im Norden befindet sich an der 1. Kaje der Fähranleger für die "Hurtig Ruten", einer küstennahen Linienschiffahrtsgesellschaft für den Passagier- und Frachtdienst zwischen Kristiansund und Kirkenes. Die in relativ offener See liegende Anlegestelle ist durch eine Mole in NO-SW-Richtung vor den häufig auftretenden Winterstürmen geschützt. Wie alle anderen norwegischen Häfen an der Nord- und Westküste ist auch Ålesund eisfrei.

Der Nordhafen ist mit dem Südhafen durch eine natürliche Kanalverbindung der Fahrwassertiefe von 12,0 m verbunden. Im Südhafen befinden sich weitere 3 Kaianlagen, deren Oberkante 2,00 m über MW liegt. Der mittlere Tidehub beträgt im Frühjahr und im Herbst 2,80 m und ansonsten 1,80 m. Die Hafenbecken haben eine natürliche Wassertiefe von 10,00 m.

Die Kaianlagen sind als Pilzdecken konstruiert. Als Fender



werden abgefahrene Autoreifen benutzt. Auf den Kaianlagen sind keine Hafenkräne vorhanden, weil der gesamte Umschlag mit schiffseigenem Ladegeschirr erfolgt und der Quer- und Längstransport mit Gabelstaplern vorgenommen wird.

Der Gesamtumschlag des Hafens Ålesund beträgt 4 Mill. t. Mit 1,5 Mill. t jährlichem Fischumschlag ist er Norwegens größter Fischereihafen.

Uns wurde Gelegenheit gegeben, die beiden Hafenbecken zu besichtigen. Auf der Fahrt durch die Stadt erläuterten uns die begleitenden Herren, daß Ålesund mit seinen 20 000 Einwohnern den Landbezirk mit 30 000 Einwohnern einzugemeinden beabsichtigt und - mit verschmitzten Lächeln - daß die gesamte Stadt im Jahre 1904 in einer Feuerkatastrophe - hervorgerufen durch einen unqualifizierten, illegalen "Aquavit-Brand" - vollkommen zerstört worden war und modern aufgebaut worden ist.

Eine der wichtigsten Anlagen der Stadt ist das staatliche Kühlhaus. Herr Solback, Direktor des Kühlhauses, führte uns in sehr humorvoller Weise durch die Anlage. Es werden 8 000 Heringe stündlich von den Filetiermaschinen verarbeitet, in übereinandergestapelten Kisten eingefroren und gelagert. Anfallende Fischreste werden an Ort und Stelle zu Fischmehl und Fischfutter für Minkfarmen verarbeitet. Das Kühlhaus hat die Aufgabe, die Salzlake für das Einfrieren der Heringe herzustellen, die Kühlräume für die Heringe und für andere anfallende Edelfische wie Lachs, Butt auf der entsprechenden tiefen Temperatur (  $-25^{\circ}\text{C}$  ) vorzuhalten, jährlich ca. 100 000 t Stangeneis für alle vorstellbaren Zwecke zu produzieren und Speiseeis herzustellen.

Auf der Führung durch die Anlage hatten wir Gelegenheit zu einer Schnee(Eis)ballschlacht und konnten in einem der Kühlräume einen mächtigen, konservierten (eingefrorenen) Adler bewundern sowie Speiseeis, das wider Erwarten nicht nach Fisch schmeckte, aus kühlhauseigener Fabrikation kosten.

Den Abschluß des Besuchs in Ålesund bildete ein Essen, zu dem der Vorsitzende der Hafendirektion, Herr Liaaen, eingeladen hatte.



- 32 -



Am Nachmittag verließen wir Ålesund mit dem MS "Hakon Jarl", einem Schiff der bereits erwähnten "Hurtig Ruten". Die Route führte u. a. durch den Molde-Fjord nach Molde. Nach einem kurzen Aufenthalt - für das Umsteigen von Passagieren und für den Güter- und Postumschlag - ging es weiter durch den Julsundet in die offene See und weiter durch die dem Festland vorgelagerten Schären nach Kristiansund. Die See war leicht bewegt, was an dem leichten Rollen des Schiffes und am Rutschen des Geschirrs zu merken war,

besonders ausgeprägt, wenn der "Hakon Jarl" etwas hart den Kurs wechselte. Am Abend, zur Zeit der Dämmerung, erreichten wir Kristiansund, gerade noch rechtzeitig, um die schönen Bogenbrücken bewundern zu können. Eine geschützte und daher ruhige See sicherte uns zwischen Kristiansund und Trondheim eine angenehme, wenn auch kurze, Nachtruhe.

B. Lauruschkat

F. Büsching

14. 8. 1966

Bereits um 5<sup>30</sup> machte der "Hakon Jarl" im Trondheimer Hafen fest. Da das Schiff erst um 12<sup>00</sup> Trondheim in Richtung Kirkenes wieder verließ, war hinreichend Zeit zur Verfügung, in Muße an Bord zu frühstücken. Als Gäste der Hafenverwaltung der Stadt Trondheim wurden wir von Herrn Brabrand mit Gemahlin und Tochter zu einer Stadtbesichtigung empfangen.

Trondheim ist eigentlich eine englische Gründung. Durch den aus England kommenden König Olaf Tryggverson, der hier seine über Erbschaft hergeleiteten Ansprüche auf den Thron des Königreichs Norwegen geltend machte, wurde die Siedlung Nidaros nach dem dort in den jetzigen Trondheim-Fjord mündenden Fluß Nid gegründet. König Olaf Tryggverson bekehrte die Einheimischen zum Christentum. Sein Nachfolger - Olaf Haraldsson - der "Heilige König Olaf" - vergrößerte die Siedlung wesentlich und machte sie zur Hauptstadt Norwegens. Nidaros dehnte sich weiter aus und wurde zur bedeutendsten Handelsstadt des Nordens und zur Residenz des Königs von Norwegen. Im 19. Jahrhundert, kurz zuvor in Trondheim umbenannt, zerstörte eine Brandkatastrophe die Stadt vollständig, und Trondheim erhielt damals - nach Plänen des Generals Casignon - ihr jetziges Aussehen. Heute ist Trondheim als zweitgrößte Stadt Norwegens mit 115 000 Einwohnern eine der bedeutendsten Handels- und Industriestädte.

Am Anfang der Besichtigung Trondheims stand der Dom, der im 12. Jahrhundert auf dem Grabe "Olafs des Heiligen" als massiver Bau begonnen wurde. Im hochgotischen Stil englischer Nuancierung errichtet, gilt er als größtes mittelalterliches Bauwerk des Nordens. Seine Westfassade, die wahrscheinlich niemals fertiggestellt worden ist, ist mit einer prächtigen Rosette (Motiv: Verklärung Christi) und vielen Heiligenfiguren verziert. Das Hauptschiff mit seinen hohen Bogenwölbungen und sehr großen, in Spitzbögen gefaßten Fenstern wird im Osten durch ein Oktogon französischer Stilart abgeschlossen. Über der Vierung erhebt sich ein schlanker Turm auf viereckiger Basis. Die Querschiffe und das Kapitel-



haus an der Nordseite des Chors mit seinem Kreuzrippengewölbe romanischen Ursprungs sind die ältesten Teile des Doms. Der Dom ist mehrmals aus- bzw. abgebrannt und geplündert worden. Mit Restaurationsarbeiten ist man ständig seit etwa 1870 beschäftigt.

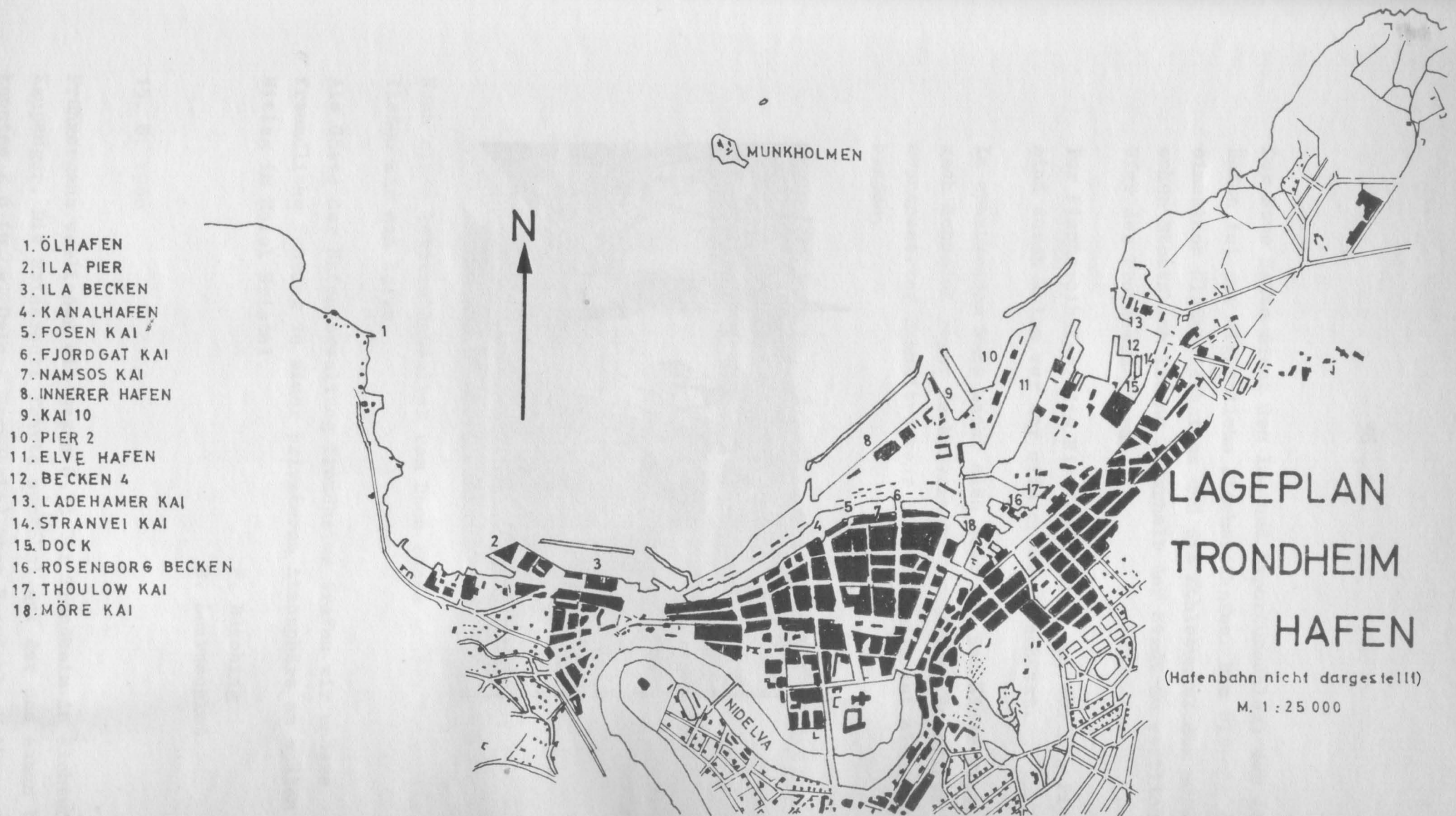
In einer kurzen Stadtrundfahrt wurden uns die historischen Sehenswürdigkeiten der Stadt erläutert: die alten Handelshäuser an der Nidelva, die Brücke By Brua aus dem 17. Jahrhundert und die Festung Kristiansen. Besonders bemerkenswert ist das musikhistorische Museum Ringve, im Jahre 1946 durch Mme. Victoria Brachne auf ihrem Gut Ringve begründet. Vom Leiter des Museums wurde uns mit Charme und Einfallsreichtum eine Führung durch die Welt der Instrumente vieler Jahrhunderte und fast aller Kulturkreise geboten.

Nach einer kurzen Pause bei Kaffee und Waffeln begann die Hafenbesichtigung. Herr Brabrand, unterstützt durch den Hafenkapitän Pettersen und Herrn Moen, erläuterte uns die Hafenanlagen und die verkehrsmäßige Situation Trondheims und umriß anhand von Plänen vorgesehene Erweiterungen des Hafens.

Trondheim ist ein Handelszentrum des nördlichen Norwegens. Sein Hafen bildet dafür eine Voraussetzung.

Die Gliederung des Hafens in seine einzelnen Anlagen ist durch die mäandernde Nidelva und durch die Entwicklung der Stadt gegeben. Der älteste Teil ist der innere Hafen, der überwiegend dem regionalen Stückgutverkehr dient. Der innere Hafen, der ursprünglich durch die Nidelva durchflossen wurde, ist jetzt ein toter Seitenarm, weil die Mündung der Nidelva ostwärts in den Elvehavn verlegt worden ist. In dieser neugeschaffenen Mündung für die Nidelva sind der Flußhafen, das Rosenberg Hafenbecken und die Hafenbecken des neuen Hafens angelegt worden. Im Flußhafen sind die Werften mit ihren Slip- und Dockanlagen untergebracht, im Rosenberg Hafenbecken - einer alten Anlage mit Kaianlagen aus Holz - wird überwiegend Holz und Kohle umgeschlagen.





- 36 -

Der Neue Hafen dient dem Im- und Exportumschlag; der Äußere Hafen ist der eigentliche Fischereihafen. Die Öltanks der einzelnen Ölgesellschaften und die Kohlebunker der norwegischen Staatsbahn liegen außerhalb der Stadt am westlichen Ufer des Trondheim Fjords.

Der Fischereihafen, die Nidelva-Mündung und der Ila Pier sind durch Molen vor der offenen See geschützt.

Im zunehmenden Maße macht sich seit dem Bau einer Pipeline nach Schweden reger Tankerverkehr bemerkbar. Sonstiger nennenswerter Transitverkehr nach Schweden ist nicht vorhanden.



Nach einem letzten Rundblick vom Dach eines großen Schuppens verließen wir den Hafen.

Als Gäste der Hafenverwaltung Trondheims trafen wir unsere freundliche Führung in einer privateren Atmosphäre am späten Mittag im Hotel Bristol.

F. Büsching

B. Lauruskat

15. 8. 1966

Frühmorgens verließen wir gegen 6.15 Uhr Trondheim in Richtung Kaupanger. Die Reiseroute führte zunächst auf der uns schon bekannten E 6 (u. a. Oslo - Trondheim) über Heimdahl, Melhus, an

der Gaula entlang nach Støren. Von hier aus ging es weiter durch das bewaldete und windungsreiche Söknadalen, bergauf über Berlåk, Ulsberg und Fagerhang nach Oppdal. Nach einer kurzen Frühstückspause in Drivstua erblickten wir bald wieder das Dovre Fjell und Dombås, am nördlichen Ausläufer des Gudbrandsdalen. Kurz vor Otta verließen wir dann die E 6, und über eine landschaftlich sehr reizvolle Abkürzung war bald der Vagavathn und Lom erreicht. Lom besitzt eine der schönsten Stabkirchen, die aus dem 13. Jahrhundert stammt.



Über eine der landschaftlich reizvollsten Straßen Norwegens durch das Gebiet nördlich von Jotunheim ging es im Böverdalen und Leirdalen mit seinen vielen mächtigen Wasserfällen aufwärts, an den höchsten Bergen Norwegens vorbei (Galdhøppigen 2 468 m), durch eine Landschaft mit ewigem Eis. Das Jotunheim das höchste Gebirgsmassiv Nordeuropas, ist nach der norwegischen Sage das Heim der Riesen. Fast alle seine Gipfel übersteigen die 2 000 m-Grenze. Das Sognefjell bildet einen sehr alten Gebirgsübergang zwischen dem Gudbrandsdalen und den anliegenden Gebieten

im Osten mit dem Fjordgebiet im Westen. Vom Sognefjell fuhren wir weiter nach Skjolden und am Lusterfjord entlang, dessen grüne Ufer in einem eigenartigen Kontrast zu den kahlen Hochflächen der Berge stehen, nach Kaupanger. Mit einer Fähre setzten wir über nach Lærdal.

K. Reuß



16. 8. 1966

Die Fahrt durch den Sognefjord von Laerdal nach Bergen stellte einen der Höhepunkte der Exkursion dar. Fast senkrecht fallen schroffe Felswände zum Fjord herab, nur spärlich mit Baumwuchs bedeckt. In den einzelnen Buchten am Fuße der mächtigen Felsmassive liegen kleine Ortschaften, die fast einen verlorenen und schuttsuchenden Eindruck machen. Im unteren Fjord wurde dann die den Fjord begleitende Landschaft gemäßigter und ging in die typische Schärenlandschaft über.



Der Sognefjord ist mit rd. 180 km Länge der längste Fjord Norwegens. An einigen Stellen weist er Wassertiefen bis über 1 000 m auf. Im oberen Sognefjord waren wir Zeuge eines seltenen Schiffsmanövers. Vier Fährschiffe trafen sich mitten auf dem Fjord, drehten bei und - Seite an Seite liegend - wurde das Umsteigen von Passagieren und das Überladen von Stückgut, insbesondere von Postgut, abgewickelt. Auf unserer Route wurden Hermansverk, Balestrand, Vadheim, Lavik und abschließend Bergen angelaufen.

K. Reuß

- 39 -

17. 8. 1966



Bergen ist die älteste Stadt Norwegens. Sie wurde etwa 1070 von Olaf Kyre gegründet. Ein Königsschloß - im 11. Jahrhundert an der Stelle errichtet, so sich jetzt die Festung Bergenshus befindet - begründete die Bedeutung Bergens. Um 1200 wurde das Schloß zur Festung Bergenshus umgestaltet. Da die Könige fast ausschließlich hier residierten, wurde Bergen als die Hauptstadt Norwegens angesehen. Die Nationalversammlungen und der Königliche Rat tagten in Bergen bis in das 19. Jahrhundert, obwohl Oslo zu Beginn des 14. Jahrhunderts die wirkliche Hauptstadt des Landes wurde.

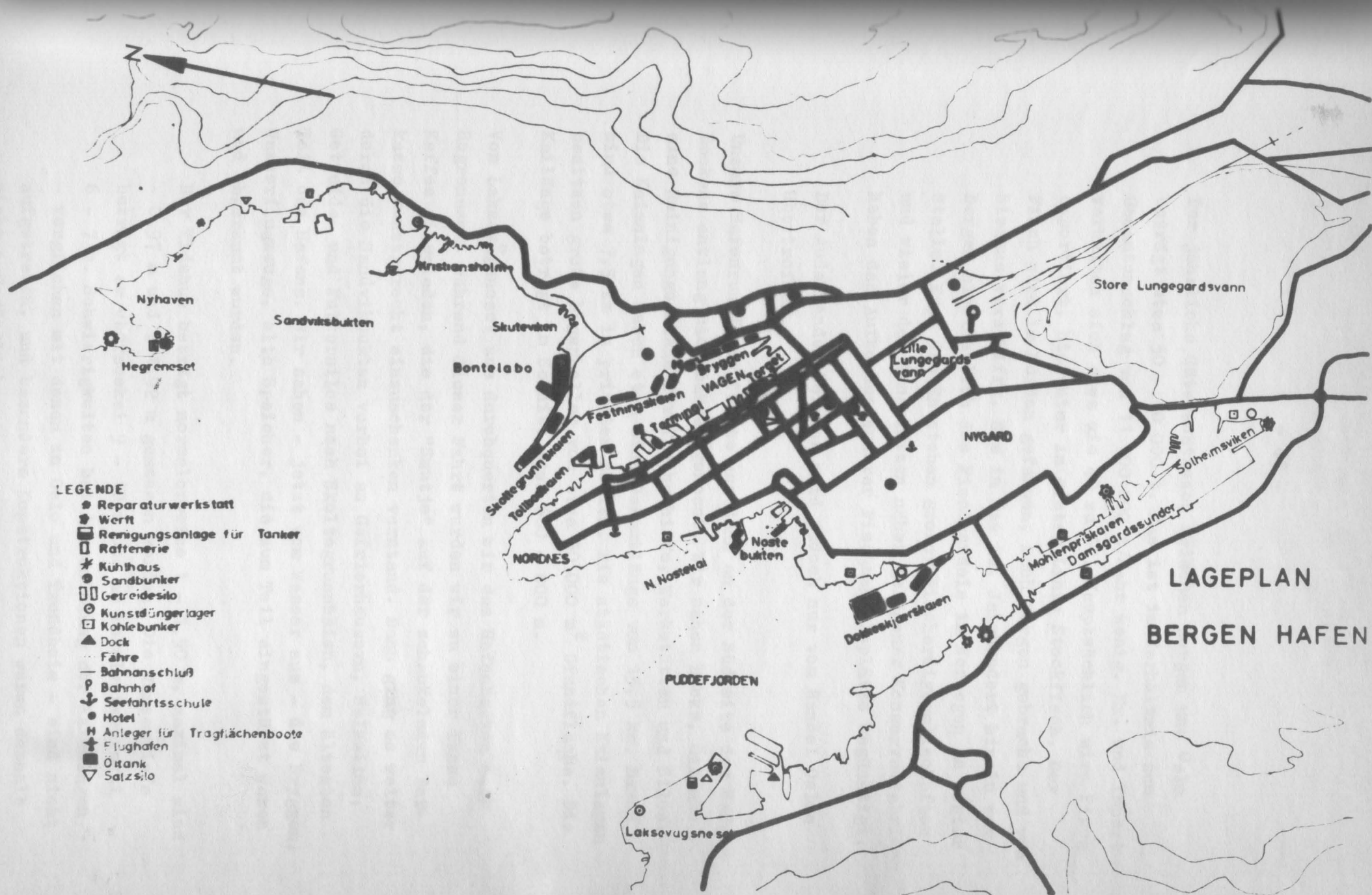


Im 14. und 15. Jahrhundert kam Bergen unter den Einfluß der Hanse, die in der Tysken Bryggen eines ihrer Hauptkontore eingerichtet hatte. Die Kaufleute der Hanse bildeten einen straffen Bund, der von 1350 bis 1760 hielt und den Handel von Bergen vollständig kontrollierte. Das hanseatische Museum und die Bryggen, die mehrmals abgebrannt ist und jeweils wieder stilecht aufgebaut wurde, veranschaulichen das Leben der Hansekaufleute. Die Mariakirche, wohl das älteste Gebäude der Stadt Bergen, stammt aus dem 11. Jahrhundert. Sie wurde später die Kirche der hanseatischen Kaufleute. Bis 1868 wurde hier in deutscher Sprache gepredigt. Die bereits erwähnte Festung Bergenshus aus dem 13. Jahrhundert mit den Haakonshallen und dem Rosenkranz-Turm ist eines der wertvollsten mittelalterlichen Bauwerke Norwegens. Im Jahre 1944 wurde durch eine Explosionskatastrophe im Hafen Bergen das Bauwerk schwer beschädigt.

Im Schiffahrtsmuseum (Skipshuset) war u. a. sehr anschaulich die Anzahl der Brände der Stadt Bergen aus der Höhenlage der jeweiligen Lage der Geländeoberkante zu erkennen. Ganz grob kann man auch sagen, daß das Gelände nach jedem Brand um 0,50 m aufgehöhht wurde.

Am Nachmittag führten uns die Herren Munch, Hoppen und Hammer von der Hafenverwaltung mit einer Barkasse durch den Hafen. Wir starteten vom Nøstekai und legten zunächst am Kokkeskjaerskaien an, um hier eine der größten Lagerhallen des Hafens zu besichtigen. Sie ist teils auf Fels und teils auf Pfählen gegründet. Risse in den Hallenwänden deuten auf unterschiedliche Setzungen hin. Die Güter werden auf Paletten mit Gabelstaplern transportiert. Im Hafen sind nur 21 Kräne vorhanden. Auf Neuinvestierungen wird wegen der Gabelstapler verzichtet. Der Transport mit Gabelstaplern hat gegenüber dem Behältersystem (container) - wie es an der Westküste Amerikas (Los Angeles, San Francisco) praktiziert wird - den Vorteil, daß weniger Leergut anfällt und daß mit kleineren Einheiten operiert werden kann. Der Dokkeskjaerskai ist - wie auch der Skoltegrunnskai - durch ein Doppelgleis mit dem Güterbahnhof Bergens verbunden, von dem eine modern ausgebaute Eisenbahnlinie nach Oslo führt.





Der jährliche Güteraustausch zwischen Bergen und Oslo beträgt etwa 50 - 60 000 t. Das ist im Verhältnis zum Gesamtumschlag von 11 000 000 t/Jahr wenig. Ex- und Import verhalten sich etwa wie 40 zu 60. Hauptsächlich wird Fisch exportiert, hierunter in erster Linie Stockfisch. Der Fisch wird im Norden gefangen, nach Bergen gebracht und von hieraus verschifft. Bis in das 20. Jahrhundert hinein war Bergen hinsichtlich des Fischhandels in Norwegen an erster Stelle. Erst das Entstehen großer Fischereigesellschaften und vieler den Fangplätzen näher gelegener Konservenfabriken haben das Aufkommen anderer Fischhandelsplätze begünstigt.

Der Außenhandel Bergens wird jedoch nur vom Handel Oslos übertroffen.

Unsere Hafenrundfahrt führte uns dann an der Südseite des Hafenbeckens entlang nach Laksevågneset. Wir sahen Docks, Öltanks, eine Reinigungsanlage für Tauchschiffe, Werkstätten und Silos. Die Kaianlagen haben etwa eine Gesamtlänge von 15,5 km. Davon sind etwa 7,5 km in privatem Besitz. Die städtischen Kaianlagen besitzen große Lagerhallen von etwa 50 000 m<sup>2</sup> Grundfläche. Die Kailänge beträgt im Schnitt etwa 600 - 800 m.

Von Laksevågneset aus durchquerten wir das Hafenbecken nach Hegreneset. Während dieser Fahrt wurden wir zu einer Tasse Kaffee eingeladen, die der "Smutje" auf der schaukelnden Barkasse kunstgerecht einzuschenken verstand. Dann ging es weiter durch die Sandvikbukten vorbei an Gefrierhäusern, Silos, Getreide- und Futtersilos nach Skoltegrunnhaugen, dem ältesten Teil des Hafens. Wir sahen - jetzt vom Wasser aus - die Bryggen, Wasserflugzeuge, alte Speicher, die zum Teil eingestürzt waren und abgeräumt wurden.

Der Tidehub beträgt normalerweise 1 - 1,50 m, maximal sind - 0,97 m und + 1,92 m gemessen worden. Die Wassertiefe beträgt am Überseekai 9 - 10 m und am Lokalverkehrskai 6 - 7 m. Schwierigkeiten bei der Gründung der Kaianlagen - verglichen mit denen in Oslo und Trondheim - sind nicht aufgetreten, und besondere Konstruktionen waren deshalb nicht erforderlich.

- 43 -

Den Abschluß des Tages bildete ein Besuch in Fløirerestauranten auf dem Floiberg (319 m ü. NN), von wo man eine herrliche Aussicht über Bergen hat.

K. Reuß

18. 8. 1966

Am Morgen verließen wir Bergen in Richtung Stavanger. Die Fahrt führte uns auf der E 68 am Sjøfjorden und am Samnangerfjorden vorbei nach Norheimsund, dann anschließend am Hardangerfjorden entlang bis nach Kvanndal. In Kvanndal erreichten wir in letzter Minute die fahrplanmäßige Fähre nach Kinsarvik. Von Kinsarvik fuhren wir entlang dem Sörfjorden nach Odda, hinauf auf das Rödalsfjellet mit dem eindrucksvollen Latefoss und dann in kurvenreicher Fahrt nach Sauda am Saudafjorden. Am westlichen Ufer des Saudafjorden führte unsere Route bis Ropeid, wo wir uns nach Saud übersetzen ließen. In Saud bestiegen wir wenig später das Fährschiff nach Stavanger, wo wir nach ruhiger Fahrt spät abends ankamen. In dem Strandhotel in Viste, etwa 10 km nordöstlich Stavangers, endete das Tagesprogramm.

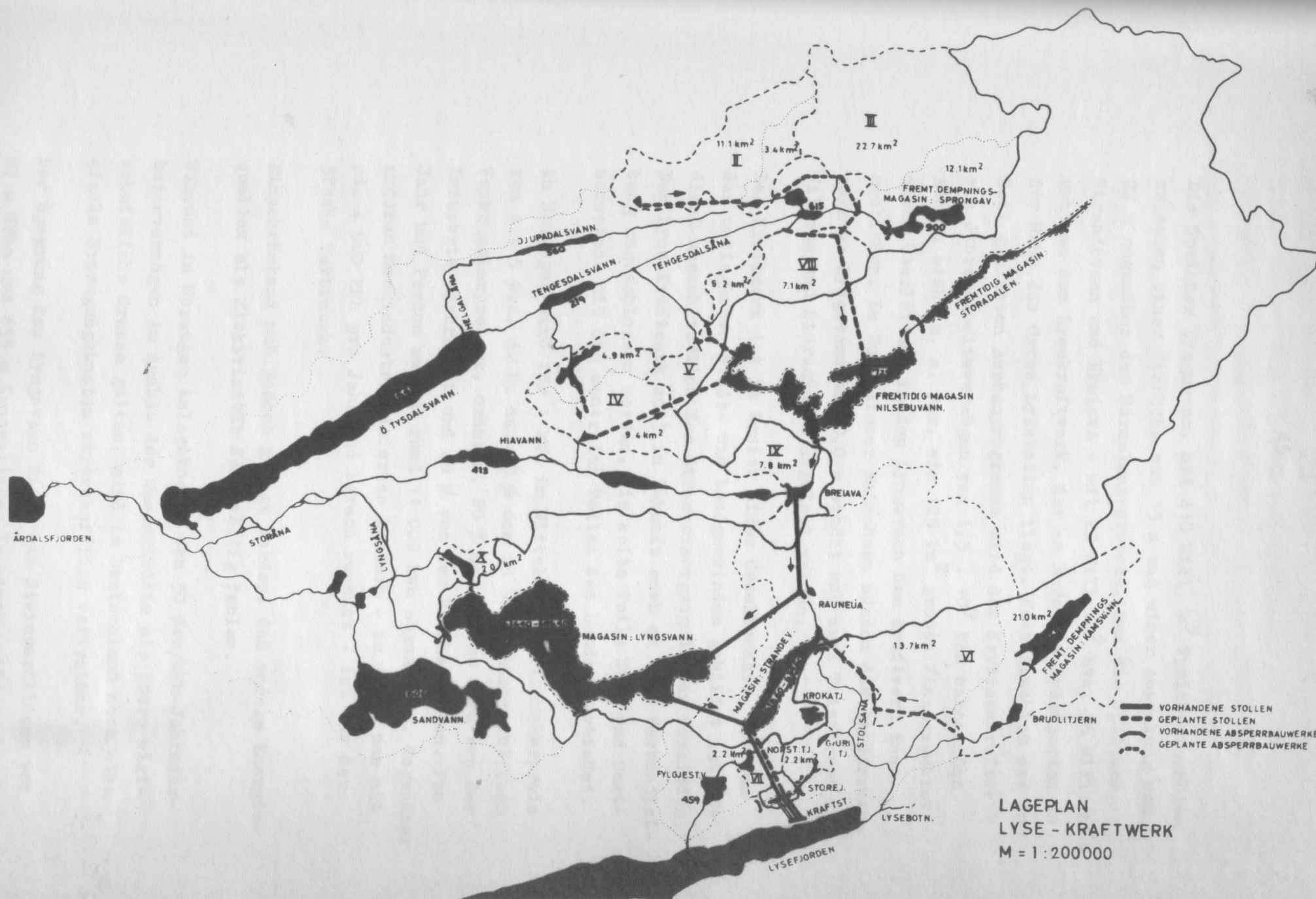
J. Zimmermann

19. 8. 1966

Am Morgen wurden wir mit unseren Autos von einer Taxe zum Hafen gelotst, wo uns die Herren Ihlen und Johannssen vom Lyse Kraftwerk erwarteten. Die Besichtigung der Talsperre Lyngsvatn stand auf dem Programm.

Die Anreise zum Speicher erfolgte mit einer Fähre nach Tau, einer kleinen Siedlung nordöstlich Stavangers, und von dort weiter mit Wagen der Kraftwerks-Gesellschaft am Bjorheinesvatnet und am Tysdalvatnet vorbei zum Speicher Lyngsvatn.





Die Speicher Lyngsvann, mit 410 Mill. m<sup>3</sup> Speichervermögen zwischen einer Stauhöhe von 13 m und einer Absenkung von 27 m gegenüber dem Normalwasserstand, und die Speicher Strandevann und Breiava - mit 22 Mill. m<sup>3</sup> bzw. 16 Mill. m<sup>3</sup> - gehören zum Lysekraftwerk, das am Ende des Lydefjorden in der Nähe des Ortes Lysebotton liegt. Nach Abschluß des zur Zeit geplanten Ausbauprogramms wird das Kavernenkraftwerk ein Jahresarbeitsvermögen von  $1,5 \cdot 10^9$  kWh haben. Der Ausbau sieht u. a. vor, ein 125 km<sup>2</sup> großes Einzugsgebiet durch Überleitung in den Lyngsvann dem Kraftwerk anzuschließen. Im Zuge dieser Maßnahmen müssen das Absperrbauwerk am Lyngsvann um 10,0 m erhöht und zwei Talsperren in Nilsebu und Storaadalen angelegt werden.

Das Kraftwerk ist im Besitz einer Gesellschaft, die von den umliegenden Stadt- und Landgemeinden gebildet ist. Es dient ausschließlich der Stromversorgung dieser Gemeinden. Das Lyse-Kraftwerk soll in Zukunft auch an eine Verbundleitung angeschlossen werden, die weite Teile Süd- und Westnorwegens mit den zentralen Teilen des Landes verbindet.

In Norwegen wird für 1 kWh im Mittel ein Verbraucherpreis von 4 - 5 øre, d. h. ca. 20 % des in Deutschland üblichen Verbraucherpreises, erhoben. 60 % des Stroms wird von der Industrie verbraucht und 40 % von den Haushaltungen. Pro Jahr und Person werden rund 11 000 kWh abgenommen. Gegenüber anderen hochindustrialisierten Ländern - in denen man mit rd. 4 000 kWh pro Jahr und Person rechnet - ist das der 3fache Verbrauch.

Einschränkend muß jedoch gesagt werden, daß andere Energiequellen als Elektrizität fast völlig fehlen.

Während in Norwegen Anlagekosten von 30 øre/kWh-Jahresarbeitsvermögen im Ausbau der Wasserkräfte als obere wirtschaftliche Grenze gelten, sind in Deutschland noch etwa 4fache Erzeugungskosten wirtschaftlich vertretbar.

Der Sperrung des Lyngsvann dient ein Steingerölldamm von 27 m Höhe und 655 m Kronenlänge. In einem späteren Bauab-

schnitt soll der Damm - wie bereits erwähnt - noch um 10 m erhöht werden. Die Böschung ist wasserseitig 1 : 6 und luftseitig 1 : 4 geneigt. Als Innendichtung wurde ein 6,0 - 20,0 m mächtiger Kern aus Moränenmaterial gewählt, das mindestens 12 % der Körnung  $< 60 \mu$  enthält. Um den Kern ist eine mehrere Meter dicke Filterschicht aus Sand und Kies aufgebaut. Der eigentliche Dammkörper wurde in Lagen von 25 cm eingebracht und durch mehrmaliges Überfahren mit Traktoren verdichtet ("Traktordichte"). Die äußere Abdeckung besteht aus einem Steinsatz von Felsbrocken bis zu  $0,25 \text{ m}^3$  Kubatur. Als Dichtungsschleier wurden Zementinjektionen etwa 20 m tief in das hier überall anstehende Urgestein (Gneisgranite und Gneise) getrieben.

Die vor Baubeginn durchgeführten Wasserdurchlässigkeitsprüfungen hatten die Notwendigkeit von Injektionen erwiesen. Nach den norwegischen Bestimmungen gilt ein Gestein mit einer Versickerungsmenge  $q = 1 \text{ l/s} \cdot \text{lf. m}$  bei einem Druck von 10 atm als dicht.

Als Hochwasserüberlauf dient eine seitlich angeordnete Betonschwelle.

Die Baukosten beliefen sich auf 30 bis  $40 \text{ Nkr/m}^3$  Damm. Die Stauraumkosten betragen  $10 \text{ øre/m}^3 = 0,056 \text{ DM/m}^3$ . Es gibt in Norwegen auch Fälle, in denen sie nicht höher als  $3 \text{ øre/m}^3$  Stauraum waren. Als Vergleich sei die Biggetalsperre mit Stauraumkosten von  $4,50 \text{ DM/m}^3$  angeführt.

Als Vergleichsentwurf wurde vor Baubeginn eine Pfeilerkopfmauer diskutiert, die zwar billiger gewesen wäre, aber aus militärischen Sicherheitsgründen nicht zur Ausführung gelangte.

Das Krafthaus wurde nicht besichtigt. Es ist in einer Kaverne untergebracht. Seine 6 Maschinensätze sind in 2 Gruppen, 3 Aggregate mit einer Leistung von je 30 MW und 3 mit einer von je 40 MW, gegliedert. Jeder Gruppe von Maschinensätzen ist ein gepanzerter Druckschacht zugeordnet. Bei der Berechnung der Druckschächte ist eine Mitwirkung des Felsens (Gneisgranit) in Ansatz gebracht. Die Länge der unter  $35^\circ$  einfäl-



lenden Schächte beträgt ca. 1 050 m. Die Funktion eines Wasserschlosses und eines Ausgleichsbeckens übernimmt der Store Tjern, ein dem Speichersystem und dem Kraftwerk zwischengeschalteter natürlicher See kleineren Speichervolumens. Die Rohfallhöhe schwankt zwischen 610 und 629 m. Die einzelnen Speicher des Systems sind durch unverkleidete Stollen miteinander verbunden.

Die Besichtigung fand in einem geselligen Rahmen in der ehemaligen Ingenieursmesse ihren Abschluß.

Anschließend ging die Fahrt wieder zurück zur Fähre, die bereits abgelegt hatte, als wir am Fähranleger in Tau eintrafen. Nur durch aktives Eingreifen unserer norwegischen Begleiter kehrte die Fähre zurück, um uns aufzunehmen.

Am Nachmittag gab uns Herr Sandved von der Hafenverwaltung im Stavanger Havnekontor eine Einführung in die Aufgaben und Besonderheiten des Hafens.

Der Hafen hat sich sehr vergrößert, besonders im letzten Jahrzehnt. Die Expansion ist hauptsächlich auf den Fährbetrieb für Personen und PKW zurückzuführen. So werden z. B. auf der Strecke Stavanger - Tau z. Zt. jährlich 50 000 Autos befördert. Die Fähren werden von privaten Reedereien mit staatlichen Subventionen betrieben und haben gewisse Auflagen vom Staat in Bezug auf Tarifgestaltung und Streckenfrequenz. Neben dem Fährbetrieb lokaler Bedeutung besteht eine Hochseefährverbindung nach Newcastle, eine weitere nach Cuxhaven ist geplant. Für die Fähre nach Cuxhaven wird der Fähranleger gebaut, der im September dieses Jahres fertiggestellt sein soll. Wie alle Häfen in Norwegen ist auch der von Stavanger ein "self financed harbour", d. h. in kommunalem und privatem Besitz. In baulicher Hinsicht bietet der Hafen keinerlei nennenswerte Besonderheiten. Die Gründungen sind auf standfestem Fels möglich. Die max. Tideschwankung ist 1,0 m, und die Wassertiefen betragen mindestens 7,0 m. Alle Schiffe können ohne Schlepper ein- und auslaufen. Der Schiffsbetrieb

ist ohne Eisbehinderung das ganze Jahr möglich.

Diese günstigen natürlichen Voraussetzungen spiegeln sich in der Ertragslage des kommunalen Hafens wieder. Im Jahre 1965 erzielte man bei einem jährlichen Gesamtumschlag von ca. 4,5 Mill. t 3,6 Mill. NKr als Einnahmen, von denen 60 % zur Abdeckung der laufenden Kosten (Verwaltungs-, Unterhaltungskosten und Steuern), 20 % zur Tilgung von Krediten und 20 % als Rücklagen für Erweiterungsbauten im Hafen ausgewiesen werden konnten.

Im Anschluß an diese Einführung begaben wir uns auf zwei am Kai bereitliegende Motorboote zu einer Hafenrundfahrt.

Interessante Tankerneubauten - z. B. der 65 000 BRT große Tanker "Daphne" - lagen in der Werft "Rosenberg A/S" auf dem Kiel. Diese Werft hat eine Baukapazität für Schiffseinheiten bis zu 150 000 t. Die Fahrt führte vorbei an dem größten Getreidesilo Norwegens mit einer Speicherkapazität für 60 000 t Getreide, in dem Importgetreide aus Kanada, Texas und vom Schwarzen Meer eingelagert werden soll. Für die Schiffsentladung stehen zwei Getriedeheber deutschen Fabrikats mit einer Leistungsfähigkeit von 450 t/h zur Verfügung. Der Silo ist auf Schwimmkästen gegründet und rd. 60 m hoch. Ein Tragflächenboot (Reisegeschwindigkeit von 50 km/h) konnten wir im Trockendock liegen sehen.

Zur Abrundung des Tagesprogramms diente ein Spaziergang durch die Stadt Stavanger, mit 55 000 Einwohnern die viertgrößte Stadt Norwegens.



Bemerkenswert ist der Dom, der mit zu den bedeutendsten Kirchen Norwegens zählt. Vom Valberg-Turm, einem alten Wachturm, hatte man noch einen letzten schönen Ausblick auf den inneren Hof und die Stadt.

J. Zimmermann

20. bis 22. 8. 1966

Die letzten Reisetage dienten der Rückfahrt und sahen keine besonderen Programmpunkte mehr vor.

Welche überraschende Abwechslung brachte aber die Landschaft, die auf der Fahrtstrecke Stavanger - Kristiansand zu durchqueren war.

Während die Straße zunächst durch eine fruchtbare Küstenebene nahe dem Meer verlief, schlängelte sie sich danach zwischen in die Ebene gestreuten, runden Felshügeln, stieg schließlich hinter Egersund in die baumlose Felsöde des Ragnild- und Vardefjells 300 m hinauf und wand sich, teils unter Galerien und Tunnel, um den von glatten Felswänden bedrückend umschlossenen Jössingfjord. Vom Flekkenfjord an wurde die Landschaft freundlicher, es zeigten sich seerosenbewachsene Seen und blühende Heidekrautflächen auf rundgeschliffenen Felskuppen. Schließlich, hinter Mandal, umfuhren wir idyllisch im Wald gelegene Seen. Dann genossen wir den sich öffnenden Blick auf Kristiansand und das Meer.

Kristiansand - 30 000 Einwohner - wurde im 17. Jahrhundert von König Christian IV von Dänemark gegründet und nach wiederholten Feuersbrünsten ganz regelmäßig mit sich rechtwinklig schneidenden, breiten Straßen erbaut.

Um 22 Uhr des 20. August verluden wir uns und unsere Autos auf das Fährschiff "Skagerak" der "Kristiansands Dampskipsselskab" (KDS) nach Hirthals.





Um 1.30 Uhr legte das Schiff ab. Da die Ankunft in Hirthals bereits für 6.00 Uhr festgelegt war, wurde bereits um 5.00 Uhr geweckt. Als Entschädigung erlebten wir aber einen herrlichen Sonnenaufgang auf See.

Die Hitze des beginnenden Sommertages war schon zu spüren, als wir an Land gingen. Der Süden hatte uns wieder.

Ein kräftiges Frühstück im Bahnhofsrestaurant von Kjørring verlieh uns den Mut, die Fahrt nach Flensburg anzugehen. Sie führte über Aalborg, in dessen Nähe wir auf der Lindholmshöhe Grabstätten aus der Wikingerzeit besuchten, nach Aarhus. Das "gamle By" (die alte Stadt), eine gelungene Zusammenstellung von etwa 50 alten Wohnhäusern, Läden, Werkstätten aus allen Teilen Dänemarks zu einem idyllischen Museumsdorf, rechtfertigte eine kurze Unterbrechung.

Dann ging es weiter durch Dänemark auf schnellen Straßen durch gleichförmige Kulturlandschaft mit Einzelhöfen oder Gehöftgruppen in Richtung Flensburg. Nach dem Überschreiten der Grenze machten wir noch vor Flensburg im Grenzgebäude "Europastraße" Quartier.

Während der letzten Etappe von Flensburg nach Braunschweig traf es sich, daß unsere Fahrtgemeinschaft, die den Umweg über Kiel gewählt hatte, als sie im obersten Geschoß des Astoria-Hotel-Hochhauses zu Mittag aß, das Ablegen des Fährschiffes "Kronprinz Harald" am Ortskai sehen konnte. Der Ring hatte sich geschlossen.

J. Zimmermann

Dr.-Ing. W. Hering und Frau

Hr. H. Zimmermann

Dr.-Ing. W. Meißel

Hr.-Ing. W. Herten

Hr.-Ing. H. Vahl

H. I. P. Meisinger

H. I. B. Lauruschke

H. I. K. Reuß

H. I. B. Visker

H. I. J. Zimmermann

Teilnehmer an der Studienreise:

o. Prof. Dr.-Ing. F. Zimmermann

Dr.-Ing. W. Hartung und Frau  
Frl. H. Zimmermann

Dr.-Ing. U. Maniak  
Dipl.-Ing. W. Mertens  
Dipl.-Ing. H. Vahl

c. i. F. Büsching  
c. i. B. Lauruschkat  
c. i. K. Reuß  
c. i. D. Viehweger  
c. i. J. Zimmermann